

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 428**

51 Int. Cl.:

B07C 5/344 (2006.01)

C12Q 1/04 (2006.01)

G01N 21/3563 (2014.01)

G01N 21/3577 (2014.01)

G01N 21/3581 (2014.01)

G01N 21/90 (2006.01)

G01N 21/94 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2011 E 11804619 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015 EP 2659258**

54 Título: **Detección de deterioro a alta velocidad usando una señal electromagnética**

30 Prioridad:

30.12.2010 US 201061428647 P

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

15.01.2016

73 Titular/es:

**ABBOTT LABORATORIES (100.0%)
100 Abbott Park Road
Abbott Park, IL 60064-3500, US**

72 Inventor/es:

**MUNDELL, ALVIN HORATIO y
RIBBLE, BARBARA ANN**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 556 428 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

Detección de deterioro a alta velocidad usando una señal electromagnética

5 Campo de la invención

La presente descripción se refiere a la inspección no destructiva de envases en busca de contaminantes. Más en concreto, la presente descripción se refiere a la inspección no destructiva de envases en busca de deterioro analizando señales electromagnéticas de los envases.

10

Antecedentes de la invención

Las sustancias envasadas como los productos líquidos destinados a consumo humano están sujetos a deterioro (es decir, crecimiento indeseable de bacterias u otros microorganismos) en el envase. Los ejemplos de tales productos líquidos incluyen, sin limitación, fórmulas nutricionales para bebés, niños pequeños y adultos, fortificantes y complementos dietéticos. Tales sustancias se puede mantener estériles desde la producción hasta el envasado (es decir, envasado aséptico) o se pueden esterilizar después del envasado (por ejemplo, pasteurizar). La esterilización después del envasado puede alterar algunas propiedades de la sustancia. Por ejemplo, la pasteurización puede hacer que proteínas deseables en una fórmula nutricional se descompongan, reduciendo el valor nutricional de la fórmula.

20

Una forma de comprobar el deterioro en envases es dejar un período de incubación relativamente largo antes de examinar visualmente el envase. El examen visual puede no identificar deterioro producido por algunas bacterias o puede no identificar deterioro en un envase que tenga un contaminante de crecimiento relativamente lento. Así, el consumidor podría comprar y potencialmente usar un envase conteniendo una sustancia deteriorada. Además, el examen visual a escala comercial requiere una inversión sustancial en entrenamiento y horas-hombre, y los envases examinados visualmente deben ser transparentes y ser inspeccionados individualmente (es decir, hay que sacarlos de una caja conteniendo una pluralidad de envases). Esto incrementa los costos de producción y reduce la flexibilidad de la respuesta a los cambios de la demanda del producto.

25

30

Otra forma de inspeccionar envases conteniendo una sustancia sujeta a deterioro es mediante pruebas destructivas en las que el envase se debe abrir o hacer de otro modo inutilizable tal como análisis de pH y cultivo. Cada método de comprobación destructiva tiene sus propias desventajas, tales como no detectar el deterioro en una etapa precoz o la ausencia de sensibilidad a ciertas bacterias o contaminantes. Sin embargo, más importante es que una prueba destructiva requiere abrir el envase para tomar una muestra de la sustancia. La acción de abrir el envase para tomar una muestra de la sustancia reintroduce la posibilidad de contaminación y deterioro. Así, una prueba realizada en la sustancia puede no ser válida para un envase dado que siga adelante. Por lo tanto, los envases comprobados se consideran representativos de un lote de producción y los envases muestreados son retirados. Esto da lugar a una prueba incompleta de un lote, desperdicio excesivo de producto, y un gasto de tiempo significativo que reduce la flexibilidad de respuesta a los cambios de la demanda del producto.

35

40

En EP 2.042.855 se describe un aparato de inspección de muestras que incluye un oscilador que genera rayos de luz de radiación de terahertzios, un sistema óptico que guía la radiación de terahertzios a un medicamento, una unidad de detección que detecta la radiación de terahertzios transmitida a través de un objeto como una señal eléctrica, y un ordenador. El ordenador determina por análisis si la muestra contiene sustancias heterogéneas o extrañas en base a la forma de onda temporal de la señal eléctrica detectada por la unidad de detección y la forma de onda temporal predeterminada que indica el componente único de la muestra. Alternativamente, el ordenador determina el espectro de la señal eléctrica detectada por la unidad de detección, extrae múltiples valores de características del espectro y determina si el medicamento contiene sustancias heterogéneas o extrañas en base a los valores de características extraídos y los valores de características extraídos del espectro predeterminado debidos al componente único del medicamento.

45

50

En GB 1.402.857 se describe un aparato para marcar artículos defectuosos, para distinguirlos de los artículos satisfactorios en un lote, incluyendo un carril de soporte montado encima de una cinta transportadora sobre la que se transportan filas de artículos. El carril está situado transversalmente con respecto a la cinta transportadora y al menos una unidad de marcación está montada y adaptada para moverse a lo largo del carril de soporte. La o cada unidad se puede colocar con medios de colocación en una posición directamente encima de una fila de artículos a marcar, y la o cada unidad está provista de medios de marcación para aplicar una marca a los artículos defectuosos cuando son transportados pasando por las unidades de marcación.

55

60

En US 2008/0180111 se describe un aparato espectroscópico THz no invasivo y métodos para detectar y/o identificar constituyentes como variaciones en una entidad estructural donde puede haber entidades químicas o biológicas. Se emplea dispersión de radiación THz dependiente de posición para representar vacíos y defectos en la estructura interna de las muestras, lo que permite la determinación de contaminación, deterioro o preparación de productos tales como vino en envases sellados.

65

En US 5.623.816 se describe un dispositivo de envasado para envasar productos, tal como lentes de contacto, en envases tal como envases blíster. El dispositivo de envasado incluye una tabla índice rotativa que define en su superficie superior una pluralidad de bandejas de soporte idénticas, orientadas radialmente, espaciadas a igual distancia alrededor de la tabla índice rotativa. Cada bandeja de soporte está diseñada para soportar una serie de bases de envases individuales, y se gira secuencialmente para parar en posiciones radiales angularmente espaciadas en la envasadora rotativa. En una primera posición radial, la estación de envasado rotativa recibe bases de envase blíster, teniendo cada una un producto depositado en ella, y luego pone las bases de envase en la bandeja de soporte en la primera posición radial. En posiciones radiales posteriores, la envasadora rotativa verifica la presencia y la alineación de cada base de envase, deposita una dosis fija de solución salina en cada base de envase, verifica opcionalmente que se haya depositado una dosis fija de solución salina en cada base de envase, pone una cubierta laminada marcada sobre las bases de envase, termosella la cubierta laminada a las bases de envase, verifica la colocación posicional apropiada de la cubierta laminada sobre las bases de envase, y finalmente descarga los envases blíster terminados de la estación de empaquetado rotativa, para procesamiento posterior tal como esterilización y envasado secundario.

Resumen de la descripción

Según la presente invención se facilita un aparato que tiene las características de la reivindicación 1 y la reivindicación de método 10 para inspeccionar una caja que tiene una pluralidad de envases y determinar si una sustancia en cada uno de los envases está deteriorada.

El sistema incluye un sistema de inspección, un procesador, y un sistema de etiquetado. El sistema de inspección incluye una fuente electromagnética, una pluralidad de sistemas de exploración electromagnética, y un muestreador. Cada uno de los envases de la caja tiene un sistema de exploración electromagnética correspondiente. La fuente electromagnética genera una señal electromagnética, y cada uno de la pluralidad de sistemas de exploración electromagnética dirige la señal electromagnética generada a un envase correspondiente en la caja de envases. Cada uno de la pluralidad de sistemas de exploración recibe una señal electromagnética atenuada del envase correspondiente, y el muestreador muestrea cada una de las señales atenuadas recibidas generando un conjunto de puntos de datos representativo de una amplitud de la señal atenuada recibida en un período de tiempo predeterminado. El procesador analiza cada conjunto de puntos de datos detectando un pico dentro del conjunto de puntos de datos, desplazando los puntos de datos con respecto al tiempo en base al pico detectado, y determinando si los puntos de datos desplazados corresponden a un envase conteniendo una sustancia no deteriorada sin generar una imagen del conjunto de puntos de datos. El sistema de etiquetado marca cualquier caja que tenga un envase conteniendo sustancia deteriorada. Opcionalmente, el aparato incluye robots para sacar cajas de envases de bandejas para inspección y devolver las cajas no deterioradas a una bandeja después de la inspección. El aparato también puede incluir un sistema de retirada para sacar envases marcados por el sistema de etiquetado de un sistema de inspección. El sistema de inspección es más adecuadamente un sistema de inspección de calidad que puede definir ampliamente una línea de producción incluyendo un sistema de inspección. El procesador determina si un envase contiene sustancia deteriorada comparando los puntos de datos desplazados con al menos un modelo matemático.

En otra realización, se genera un modelo matemático para determinar si una sustancia en un envase está deteriorada. La sustancia se envasa asépticamente en una pluralidad de envases, y se incula un primer contaminante a un primer grupo de la pluralidad de envases. Un segundo grupo de la pluralidad de envases se mantiene en un estado aséptico. Después de un período de incubación opcional (por ejemplo, 21 días), se inspecciona cada uno de la pluralidad de envases. Durante la inspección, se dirige una señal electromagnética a un envase, se recibe una señal electromagnética atenuada y es muestreada para generar un conjunto de puntos de datos, se detecta un pico dentro del conjunto de puntos de datos, y los puntos de datos son desplazados con respecto al tiempo para alinear el pico detectado con un tiempo predeterminado. El conjunto de puntos de datos desplazados es analizado para determinar el modelo matemático que maximiza la discriminación entre los conjuntos de puntos de datos desplazados correspondientes a los envases del primer grupo y los conjuntos de puntos de datos desplazados correspondientes a los envases del segundo grupo. Opcionalmente, después de la inspección, cada envase del segundo grupo de envases puede ser comprobado de forma destructiva para confirmar el estado no deteriorado o aséptico de la sustancia de los envases. En una realización, el modelo matemático que maximiza la discriminación entre los conjuntos de puntos de datos de los dos grupos se determina tratando cada punto de datos en un conjunto como una variable independiente y realizando un cálculo de mínimos cuadrados parcial ortogonal. Opcionalmente, se puede añadir variables adicionales a cada conjunto de puntos de datos antes de determinar el modelo matemático. Las variables adicionales son derivadas del conjunto de puntos de datos (por ejemplo, una relación de una amplitud de un primer pico en el conjunto de puntos de datos a una amplitud de un segundo pico en el conjunto de puntos de datos).

Realizaciones de la invención también proporcionan sistemas y métodos para determinar un modelo matemático para discriminar entre un envase conteniendo sustancia deteriorada y un envase conteniendo sustancia no deteriorada y un sistema de inspección para inspeccionar cajas deterioradas de envases de la sustancia usando el modelo matemático.

Figuras y dibujos

Los anteriores objetos, las características y las ventajas de la presente descripción serán más evidentes a partir de la lectura de la descripción siguiente en conexión con los dibujos acompañantes en los que:

5 La figura 1 es un ejemplo de un gráfico de magnitud en función del tiempo para una señal electromagnética atenuada recibida de un envase conteniendo una sustancia sujeta a deterioro.

10 La figura 2 es un ejemplo de un gráfico de magnitud en función del tiempo para una pluralidad de señales electromagnéticas atenuadas recibidas de una pluralidad de envases.

La figura 3 es una sección amplificada del gráfico de la figura 2.

15 La figura 4 es la sección amplificada del gráfico de la figura 2 como se representa en la figura 3 después de alinear las señales electromagnéticas atenuadas con respecto al tiempo en base a un pico de cada una de las señales electromagnéticas atenuadas.

La figura 5 es un diagrama de flujo que representa un método de generar un modelo matemático.

20 La figura 6 es un gráfico de variables seleccionadas que maximizan la discriminación entre vectores correspondientes a envases conteniendo una sustancia aséptica y envases conteniendo una sustancia deteriorada.

La figura 7 es una vista en perspectiva de un sistema de inspección para inspeccionar cajas de envases conteniendo una sustancia sujeta a deterioro.

25 La figura 8 es una vista superior del sistema de inspección de la figura 7.

La figura 9 es una vista lateral del sistema de inspección de las figuras 7 y 8.

30 La figura 10 es una vista en perspectiva de un sistema de inspección para manejar bolsas individuales conteniendo una sustancia sujeta a deterioro.

Descripción de realizaciones

35 Con el fin de facilitar la comprensión de los principios de la presente descripción, ahora se hará referencia a realizaciones y se utilizará terminología específica para describirlas. Se entenderá, no obstante, que no se desea limitar el alcance de las reivindicaciones, contemplándose la alteración y demás modificaciones de las lecturas de la descripción aquí ilustrada en las que pensarán normalmente los expertos en la técnica a la que se refiere la descripción.

40 Los artículos “un” y “uno/una” se usan aquí para hacer referencia a uno o a más de uno (es decir, al menos uno) del objeto gramatical del artículo. A modo de ejemplo, “un elemento” significa al menos un elemento y puede incluir más de un elemento.

45 A no ser que se definan de otro modo, todos los términos técnicos aquí usados tienen el mismo significado en el que los entienden comúnmente los expertos en la técnica a la que se refiere esta descripción.

50 La presente descripción proporciona sistemas y métodos para la rápida discriminación entre envases conteniendo una sustancia deteriorada y envases conteniendo sustancia no deteriorada. En el sentido en que se usa aquí el término “sustancia” se refiere a un producto líquido y más adecuadamente a un líquido destinado a consumo humano. El término “producto líquido” significa un producto que es un producto no sólido fluido incluyendo, por ejemplo, aunque sin limitación, soluciones acuosas, soluciones que tienen una viscosidad determinable, emulsiones, coloides, pastas, geles, dispersiones y otros productos no sólidos fluidos excluyendo productos sólidos tales como barras y productos particulados, como polvos.

55 Por lo general, un envase conteniendo tal sustancia es explorado cuando una señal electromagnética procedente de una fuente electromagnética es dirigida al envase mediante un sistema de exploración electromagnética y una señal electromagnética atenuada es recibida por el sistema de exploración electromagnética y muestreada para generar un conjunto de puntos de datos. En una realización, el sistema de exploración electromagnética incluye un cabezal de exploración que transmite la señal electromagnética y recibe una reflexión de la señal electromagnética que es la señal atenuada. En otra realización, el sistema de exploración electromagnética incluye un transmisor y un receptor correspondiente, donde el transmisor está situado en un primer lado del envase, y el receptor correspondiente está situado en un segundo lado del envase enfrente del primer lado de tal manera que la señal atenuada sea la señal electromagnética después de haber pasado a través del envase y la sustancia. Los puntos de datos de la exploración son alineados con respecto al tiempo en base a un pico detectado dentro del conjunto de puntos de datos y un tiempo predeterminado, y la determinación de si el envase contiene sustancia deteriorada se realiza en

base al conjunto de puntos de datos alineados sin generar una imagen del conjunto de puntos de datos. En una realización, la señal electromagnética tiene una frecuencia en el rango de aproximadamente 0,02 terahertzio a aproximadamente 3,5 terahertzio y una longitud de onda de entre aproximadamente 0,3 mm y 3 mm, y el conjunto de puntos de datos incluye 4096 puntos de datos muestreados en un período de tiempo predeterminado de 320 picosegundos.

El envase conteniendo la sustancia inspeccionada puede ser generalmente cualquier envase adecuado para contener sustancias que estén sujetas a deterioro incluyendo, sin limitación, botellas de vidrio o plástico, envases de plástico, bolsas o sacos contruidos a partir de películas u otros plásticos, y otros envases adecuados. En una realización más adecuada, el envase es sustancialmente transparente con respecto a al menos una frecuencia o longitud de onda de la señal electromagnética. Como un ejemplo no limitador, dicho envase puede incluir una bolsa formada a partir de cualquier material adecuado incluyendo material tejido, material no tejido, películas, laminados, o una combinación de los mismos. Más en concreto, una bolsa adecuada puede incluir un laminado de dos capas que tenga una capa interior y una capa exterior, formándose la capa interior a partir de una coextrusión de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y etilen vinil alcohol (EVOH), y estando formada la capa exterior de tereftalato de polietileno (PET) recubierto de barrera. En otra realización, una bolsa puede incluir un laminado de tres capas que tenga una capa interior, una capa exterior, y una capa intermedia, estando formada la capa interior de una coextrusión de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y etilen vinil alcohol (EVOH), estando formada la capa exterior de tereftalato de polietileno (PET) recubierto de barrera, y estando formada la capa intermedia de PET recubierto de óxido de aluminio, o etilen vinil alcohol. Se contemplan dentro del alcance de esta invención otros materiales adecuados de los que se puede construir dicha bolsa, tal como dióxido de silicón y polietileno de alta densidad. También se contempla que en algunas realizaciones múltiples envases, conteniendo cada uno una sustancia que esté sujeta a deterioro, estén envasados colectivamente en un envase exterior o caja (por ejemplo, una caja de cartón, envuelta de plástico u otra caja adecuada).

Con referencia a la figura 1, se representa un ejemplo de una señal electromagnética atenuada por un envase conteniendo una sustancia. En este ejemplo, la señal electromagnética atenuada es reflejada del envase conteniendo la sustancia. En el gráfico de la figura 1, el eje y (es decir, el eje vertical) es la magnitud, la amplitud o la intensidad, y el eje x (es decir, el eje horizontal) es el número de muestra o el tiempo. Un primer pico 102, un segundo pico 104, y un tercer pico 106 indican un primer límite entre el envase y la sustancia contenida en el envase. Un cuarto pico 108 indica un segundo límite entre la sustancia y el envase. El segundo límite está enfrente del primer límite. Por ejemplo, el primer límite está en una parte inferior del envase mientras que el segundo límite está en una parte superior del envase, o el primer límite es un primer lado del envase mientras que el segundo límite es un segundo lado del envase enfrente del primer lado.

Con referencia a la figura 2, los conjuntos de puntos de datos generados a partir de la exploración de una pluralidad de envases se representan en ejes comunes. Como en la figura 1, el eje y es la magnitud, la amplitud o la intensidad, y el eje x es el número de muestra o el tiempo. Aunque se procura mantener una espaciación y alineación predeterminadas entre el cabezal de exploración y cada envase, todavía se puede producir variación espacial y se presenta en el gráfico como variación temporal. El cuarto pico 108 de los conjuntos de puntos de datos en la figura 2 se representa amplificado en la figura 3. Un procesador usa un algoritmo matemático para identificar un pico (por ejemplo, el primer pico 102 o el cuarto pico 108) dentro de cada conjunto de puntos de datos, y la posición temporal de cada uno de los puntos de datos en el conjunto de datos se desplaza de tal manera que el pico se alinee con un tiempo predeterminado o número de muestra. Así, la desalineación de señales electromagnéticas atenuadas con respecto al tiempo se elimina como una variable al comparar conjuntos de puntos de datos. La figura 4 representa el cuarto pico 108 de los conjuntos de puntos de datos de la figura 3 después de la alineación de los puntos de datos. En una realización, el pico para alinear o desplazar el conjunto de puntos de datos se detecta determinando el punto de datos en el conjunto de puntos de datos que tiene la mayor magnitud o intensidad. En otra realización, el pico se detecta determinando la media para un número predeterminado de puntos de datos adyacentes y determinando que el pico está centrado en el punto de datos en el centro del grupo de puntos de datos adyacentes que tienen la media más alta. Se contemplan otros algoritmos matemáticos de hallazgo de pico dentro del alcance de esta descripción. En una realización, se usa MATLAB para detectar picos dentro del conjunto de puntos de datos y desplazar los puntos de datos. MATLAB se puede obtener y es una marca comercial registrada de The Math-Works, Inc.

Con referencia a la figura 5, un método de generar un modelo matemático para determinar si una sustancia en un envase está deteriorada comienza en 502. En 502 se envasa asépticamente una sustancia sujeta a deterioro en una pluralidad de envases. Se contempla que los envases puedan ser esterilizados por medios distintos del envasado aséptico, por ejemplo por pasteurización u otra técnica de esterilización adecuada. En 504 se inocula un primer contaminante a un primer grupo de la pluralidad de envases (es decir, la sustancia contenida se somete intencionadamente a deterioro). En una realización, el primer contaminante es al menos uno de *B. Subtilis*, *S. Epidermidis*, *L. Casei*, *E. Cloacae*, *Saccharomyces Cerevisiae* y/o *C. Sporogenes*. Un segundo grupo de la pluralidad de envases se mantiene en un estado aséptico o estéril (es decir, no inoculado). En una realización en 504, un tercer grupo de la pluralidad de envases es inoculado con un segundo contaminante. Opcionalmente, sigue un período de incubación (por ejemplo, 21 días) en 504. En 506, cada envase de la pluralidad de envases es inspeccionado o explorado (es decir, se recoge un conjunto de puntos de datos de cada envase). Inspeccionar cada

envase incluye generar una señal electromagnética en una fuente electromagnética, dirigir la señal electromagnética al envase, recibir una señal electromagnética atenuada, muestrear la señal electromagnética atenuada para generar un conjunto de puntos de datos, detectar un pico dentro del conjunto de puntos de datos, y desplazar los puntos de datos en base al pico detectado. Los puntos de datos son desplazados de tal manera que el pico detectado se alinee con un tiempo predeterminado. Después de la inspección en 506, el segundo grupo de la pluralidad de envases puede ser comprobado por cualquier medio incluyendo prueba destructiva con el fin de asegurar que la sustancia que contenga no esté deteriorada.

En 508, los conjuntos de puntos de datos generados a partir de la inspección de la pluralidad de envases son analizados para determinar un modelo matemático que maximice la discriminación entre el segundo grupo y cualesquiera otros grupos de la pluralidad de envases (es decir, cualesquiera grupos de la pluralidad de envases inoculados con un contaminante de tal manera que la sustancia contenida en el envase se deteriore). En una realización, el modelo matemático se deriva tratando cada punto de datos dentro de un conjunto de puntos de datos como una variable independiente y realizando un análisis matricial o vectorial multidimensional (por ejemplo, 20 dimensiones) en base a todas las variables. En una realización, el análisis incluye un análisis de mínimos cuadrados parcial ortogonal para determinar el modelo matemático que proporcione la mayor discriminación entre conjuntos de datos correspondientes a la sustancia deteriorada y conjuntos de datos correspondientes a la sustancia no deteriorada. SIMCA P+ es un paquete de software desarrollado y comercializado por Umetrics/MKS Systems que puede ser usado para determinar la relación entre variables que maximizan la discriminación. En una realización, se añaden variables independientes a los conjuntos de puntos de datos incluyendo una amplitud del primer pico 102, una amplitud del segundo pico 104, una amplitud del tercer pico 106, una relación de la amplitud del primer pico 102 a la amplitud del segundo pico 104, una relación de la amplitud del tercer pico 106 a la amplitud del segundo pico 104, una relación de la amplitud del primer pico 102 a la amplitud del tercer pico 106, una posición del segundo pico 104, una distancia entre el segundo pico 104 y el primer pico 102, una distancia entre el tercer pico 106 y el segundo pico 104, y una anchura de un pico.

Con referencia ahora a la figura 6, una representación gráfica bidimensional de los vectores multidimensionales que representan los conjuntos de puntos de datos recogidos en el método de la figura 5 representa la agrupación y discriminación entre envases conteniendo sustancia deteriorada y envases conteniendo sustancia no deteriorada. Los cuatro ejes representados son arbitrarios debido a la naturaleza multidimensional (por ejemplo, 20 dimensiones) de los vectores o matrices analizados. En la figura 6, BS corresponde a un envase inoculado con B. Subtilis, SE corresponde a un envase inoculado con S. Epidermidis, LC corresponde a un envase inoculado con L. Casei, CS corresponde a un envase inoculado con C. Sporogenes, y CONTROL corresponde a un envase mantenido en un estado aséptico o no deteriorado (es decir, un control de prueba).

Con referencia ahora a las figuras 7-9, varias vistas de un sistema de inspección para inspeccionar una caja de envases que tiene una pluralidad de envases que contienen una sustancia sujeta a deterioro, se representan según una realización de la descripción. Caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes en todas las figuras 7-9. En una realización, las cajas pueden ser inspeccionadas al menos 21 días después de su fabricación para asegurar que los contaminantes y por ello el deterioro sean detectados por el aparato. Un primer robot 702 quita cajas de envases de una primera bandeja 704 y pone las cajas en una cinta transportadora 706. A su vez, la cinta transportadora 706 transfiere cada caja a un primer sistema de inversión 708 para invertir cada caja. Un robot de sistema de inspección 710 que tiene una pluralidad de cabezales de exploración explora cada caja, y un sistema de etiquetado en el robot de sistema de inspección 710 marca las cajas que se ha determinado que tienen envases conteniendo una sustancia deteriorada.

En una realización, cada cabezal de exploración recibe una señal electromagnética de una fuente electromagnética común y explora en serie los envases, y en otra realización, cada cabezal de exploración tiene una fuente electromagnética correspondiente que genera la señal electromagnética. No se representa un procesador para analizar conjuntos de puntos de datos obtenidos por el robot de sistema de inspección 710 para determinar si y qué envases de una caja contienen sustancia deteriorada sin generar una imagen de los conjuntos de puntos de datos. En una realización, el sistema de etiquetado marca una caja identificando la caja en una base de datos, y en otra realización, el sistema de etiquetado marca una caja poniendo una impresión reactiva a ultravioleta en la caja. Un sistema de retirada 712 incluye sistemas redundantes para identificar cajas marcadas consultando la base de datos o exponiendo las cajas a luz ultravioleta y detectando una impresión reactiva a ultravioleta en la caja. El sistema de retirada 712 quita del sistema de inspección las cajas que identifica como marcadas. Un segundo sistema de inversión 714 endereza las cajas que el sistema de retirada 712 no quita del sistema de inspección, y un segundo robot 716 pone las cajas enderezadas en una segunda bandeja 718. Se contempla que un robot pueda realizar la función del primer robot 702 y del segundo robot 716 dentro del alcance de esta descripción.

El robot de sistema de inspección 710 tiene un cabezal que incluye tanto una pluralidad de explorar cabezales como el sistema de etiquetado. En una realización, el número de cabezales de exploración coincide con el número de envases en una caja. En otra realización, el robot de sistema de inspección 710 tiene 8 cabezales de exploración mientras que cada caja puede contener 6 o 8 envases, y el robot de sistema de inspección 710 tiene una producción de 72 cajas por minuto. En una realización, cada caja puede reposar durante al menos 20 segundos después de la inversión realizada por el primer sistema de inversión 708 antes de la inspección, y el robot de sistema de

inspección 710 y la zona de la cinta transportadora 706 donde las cajas son inspeccionadas, están aislados de la vibración.

5 Con referencia a la figura 10, una realización de un sistema de inspección para inspeccionar bolsas conteniendo una sustancia sujeta a deterioro incluye una cámara 1002 y un brazo de manejo 1004. Cuando la cámara 1002 detecta una bolsa 1040 en una cinta transportadora 1030, el brazo de manejo 1004 es guiado a la bolsa 1040 por la cámara 1002, y el brazo de manejo 1004 pone la bolsa 1040 en una cinta transportadora vacía 1006. La bolsa 1040 pasa entre la cinta transportadora vacía 1006 y un cabezal de exploración 1050 montado en un conjunto rotativo. El conjunto rotativo ejerce presión contra la bolsa 1040 para aplanar la bolsa 1040 y controlar la distancia entre el
10 cabezal de exploración 1050 y la bolsa con el fin de mejorar la precisión de la medición. Si se determina que la bolsa 1040 no está deteriorada, una boquilla de aire 1008 empuja la bolsa a un primer depósito 1010, y si se determina que la bolsa 1040 está deteriorada, la bolsa 1040 cae a un segundo depósito 1020.

15 En el sentido en que se usa aquí, un procesador se refiere a cualquier dispositivo de cálculo capaz de ejecutar instrucciones de ordenador ejecutables para llevar a cabo la función del procesador aquí descrito. Ejemplos de procesador son un ordenador personal, un servidor, un entorno informático distribuido, un dispositivo informático, y un circuito integrado específico de aplicación.

20 Será evidente por la descripción anterior que se facilitan un sistema y métodos de detección de deterioro mejorados. Los expertos en la técnica pensarán sin duda alguna en variaciones y modificaciones de los sistemas, aparatos, métodos y otras aplicaciones aquí descritos. Consiguientemente, la descripción anterior se deberá tomar como ilustrativa y no en sentido limitativo.

25 Las patentes o las publicaciones citadas en esta memoria descriptiva son indicativas de los conocimientos de los expertos en la técnica a la que pertenece la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para inspeccionar una caja que tiene una pluralidad de envases y determinar si una sustancia en cada uno de los envases está deteriorada, incluyendo dicho aparato:
- 5 un sistema de inspección (710) incluyendo:
- una fuente electromagnética para generar una señal electromagnética;
- 10 una pluralidad de sistemas de exploración electromagnéticos, correspondiendo cada sistema de exploración electromagnética a un envase de la pluralidad de envases, estando destinado dicho sistema de exploración electromagnética a recibir la señal electromagnética generada, dirigir la señal recibida a un envase correspondiente, y recibir una señal electromagnética atenuada del envase correspondiente;
- 15 un procesador para determinar si cada envase contiene sustancia deteriorada en función de la señal electromagnética atenuada recibida del envase; y
- un muestreador para muestrear la señal electromagnética atenuada recibida y generar un conjunto de puntos de datos representativos de una amplitud de la señal electromagnética atenuada recibida en un período de tiempo predeterminado; y
- 20 un sistema de etiquetado para marcar una caja que tenga al menos un envase conteniendo sustancia deteriorada, donde:
- 25 el procesador analiza cada conjunto de puntos de datos sin generar una imagen de los puntos de datos, y donde el procesador:
- 30 detecta un pico (102, 104, 106, 108) dentro del conjunto de puntos de datos,
- desplaza los puntos de datos con respecto al tiempo en base al pico detectado (102, 104, 106, 108) con el fin de alinear el pico detectado (102, 104, 106, 108) con un tiempo predeterminado, y
- 35 compara el conjunto de puntos de datos desplazados con al menos un modelo matemático para determinar si el envase contiene sustancia deteriorada.
2. El aparato de la reivindicación 1 incluyendo además un sistema de retirada (712) para sacar cajas marcadas por el sistema de etiquetado de una línea de producción (706), incluyendo dicha línea de producción (706) el sistema de inspección (710), donde marcar una caja incluye identificar la caja en una base de datos y donde el sistema de retirada (712) accede a la base de datos para identificar cajas a sacar de la línea de producción.
- 40 3. El aparato de la reivindicación 1 incluyendo además un sistema de retirada (712) para sacar cajas marcadas por el sistema de etiquetado de una línea de producción (706), incluyendo dicha línea de producción (706) el sistema de inspección (710), donde el sistema de etiquetado marca una caja poniendo una marca en la caja en impresión reactiva a luz ultravioleta, y donde el sistema de retirada (712) incluye una fuente de luz ultravioleta y escáner para detectar la marca en la caja.
- 45 4. El aparato de la reivindicación 1 incluyendo además un primer robot (702) para sacar cajas de una bandeja (704) para inspección por el sistema de inspección (710), y un segundo robot (716) para colocar cajas inspeccionadas en una bandeja (718).
- 50 5. El aparato de la reivindicación 1 donde el sistema de etiquetado marca la caja para identificar cuál de los envases de la caja contiene sustancia deteriorada.
- 55 6. El aparato de la reivindicación 1 donde la señal electromagnética es del rango de 0,02 terahertzio a 3,5 terahertzio.
7. El aparato de la reivindicación 1 donde:
- 60 la sustancia está envasada asépticamente en el envase;
- la sustancia es un fluido biológico; y
- el al menos único modelo matemático corresponde a un envase conteniendo sustancia no deteriorada.
- 65 8. El aparato de la reivindicación 1 donde el envase incluye al menos uno de polietileno lineal de baja densidad,

tereftalato de polietileno recubierto de barrera, tereftalato de polietileno recubierto de óxido de aluminio, etilen vinil alcohol, óxido de silicona, y polietileno de alta densidad.

5 9. El aparato de la reivindicación 1 donde el procesador determina si la sustancia en el envase está deteriorada determinando que la sustancia del envase incluye al menos uno de B. Subtilis, S. Epidermidis, L. Casei, E. Cloacae, Saccharomyces Cerevisiae o C. Sporogenes.

10 10. Un método para inspeccionar una caja que tiene una pluralidad de envases y determinar si una sustancia en cada uno de los envases está deteriorada, incluyendo dicho método:

seleccionar una caja que tiene una pluralidad de envases, donde:

una sustancia está envasada asépticamente en los envases,

15 la sustancia es un fluido biológico, y

los envases son sustancialmente transparentes con respecto a una frecuencia de una señal electromagnética;

20 generar la señal electromagnética;

explorar la caja, incluyendo dicha exploración:

25 recibir la señal electromagnética generada en uno de una pluralidad de sistemas de exploración electromagnética, correspondiendo cada sistema de exploración electromagnética a uno de la pluralidad de envases en la caja,

dirigir la señal recibida en el envase correspondiente, y

30 recibir una señal electromagnética atenuada del envase correspondiente en el sistema de exploración electromagnética correspondiente;

muestrear cada señal electromagnética atenuada recibida;

35 generar una pluralidad de conjuntos de puntos de datos, siendo cada conjunto de puntos de datos representativo de una amplitud de una señal electromagnética atenuada correspondiente recibida en un período de tiempo predeterminado;

analizar cada conjunto de puntos de datos sin generar una imagen de los puntos de datos, incluyendo dicho análisis:

40 detectar un pico (102, 104, 106, 108) dentro del conjunto de puntos de datos generado,

desplazar los puntos de datos con respecto a tiempo en base al pico detectado (102, 104, 106, 108) con el fin de alinear el pico detectado con un tiempo predeterminado,

45 comparar el conjunto de puntos de datos desplazados con al menos un modelo matemático, y

determinar si el envase contiene sustancia deteriorada en función de dicha comparación; y

marcar una caja que tiene al menos un envase conteniendo sustancia deteriorada.

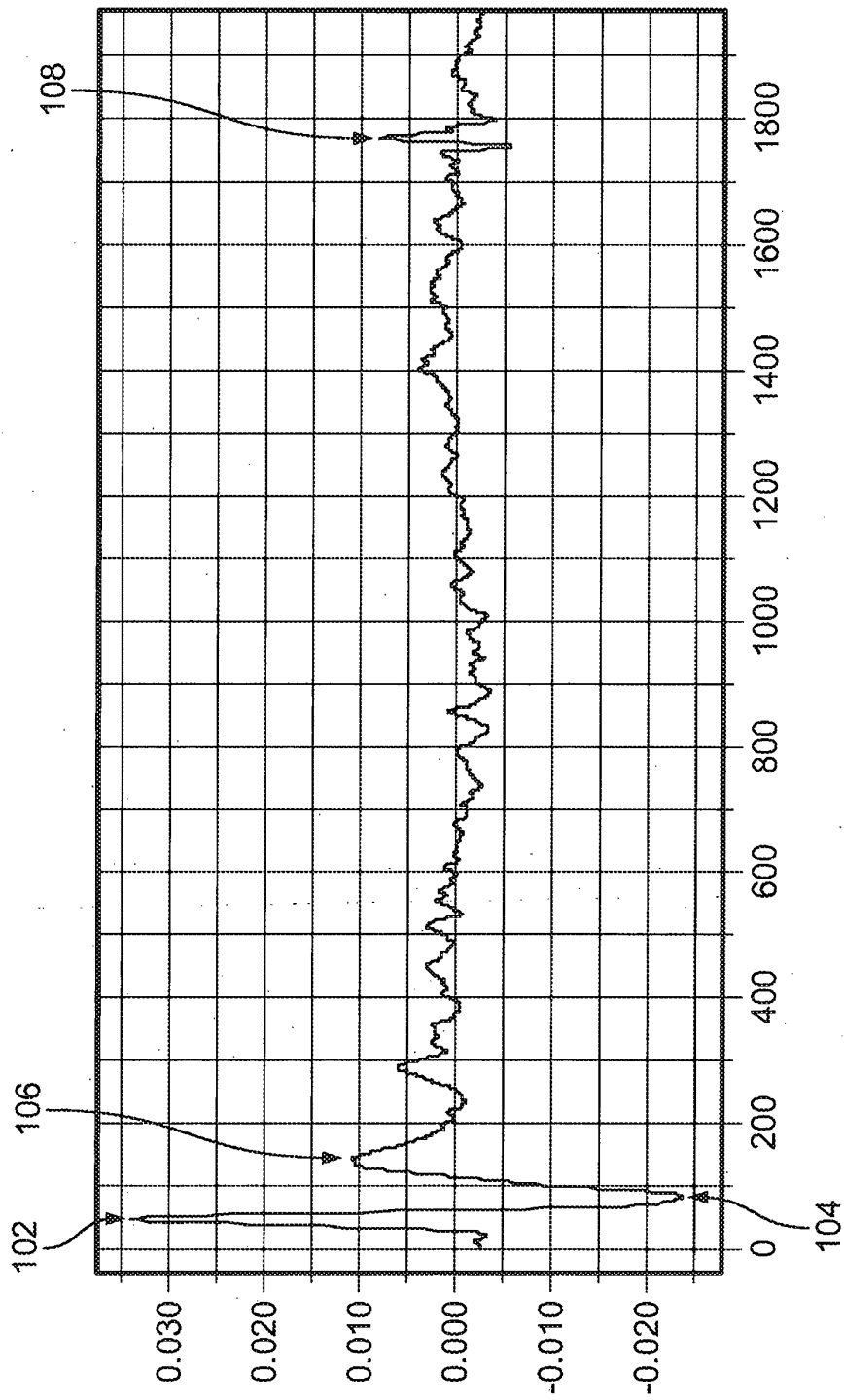


FIG. 1

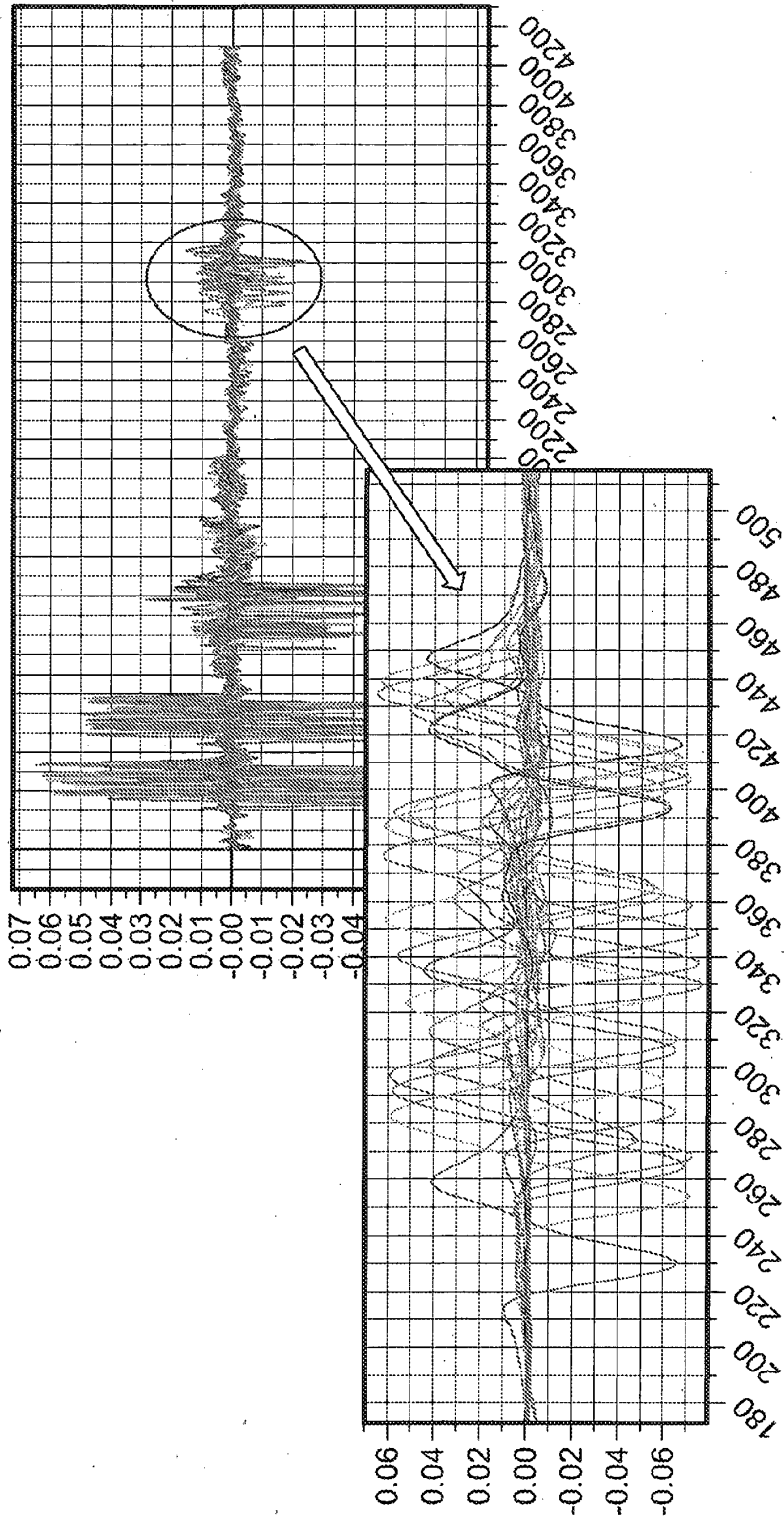


FIG. 2

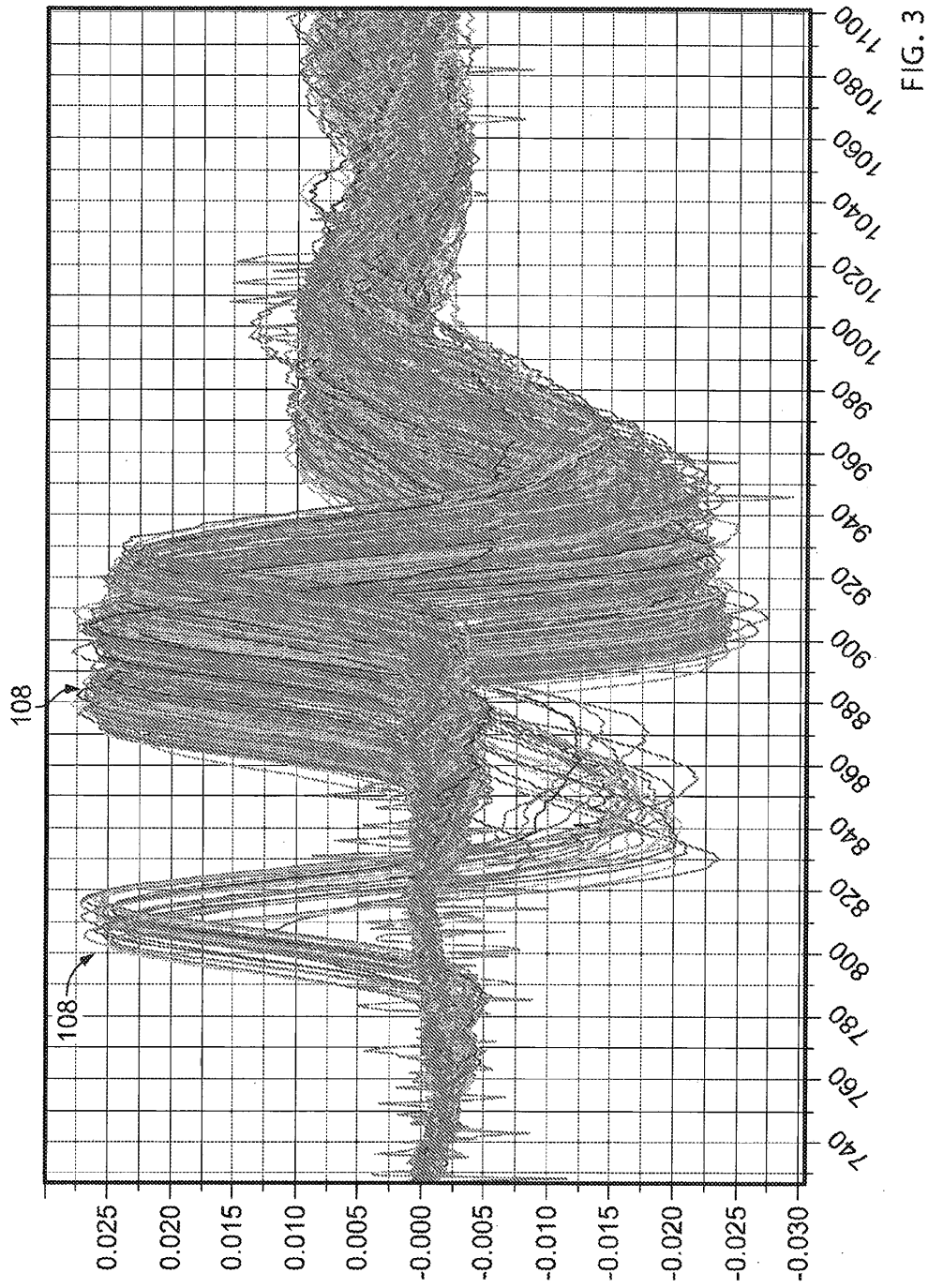


FIG. 3

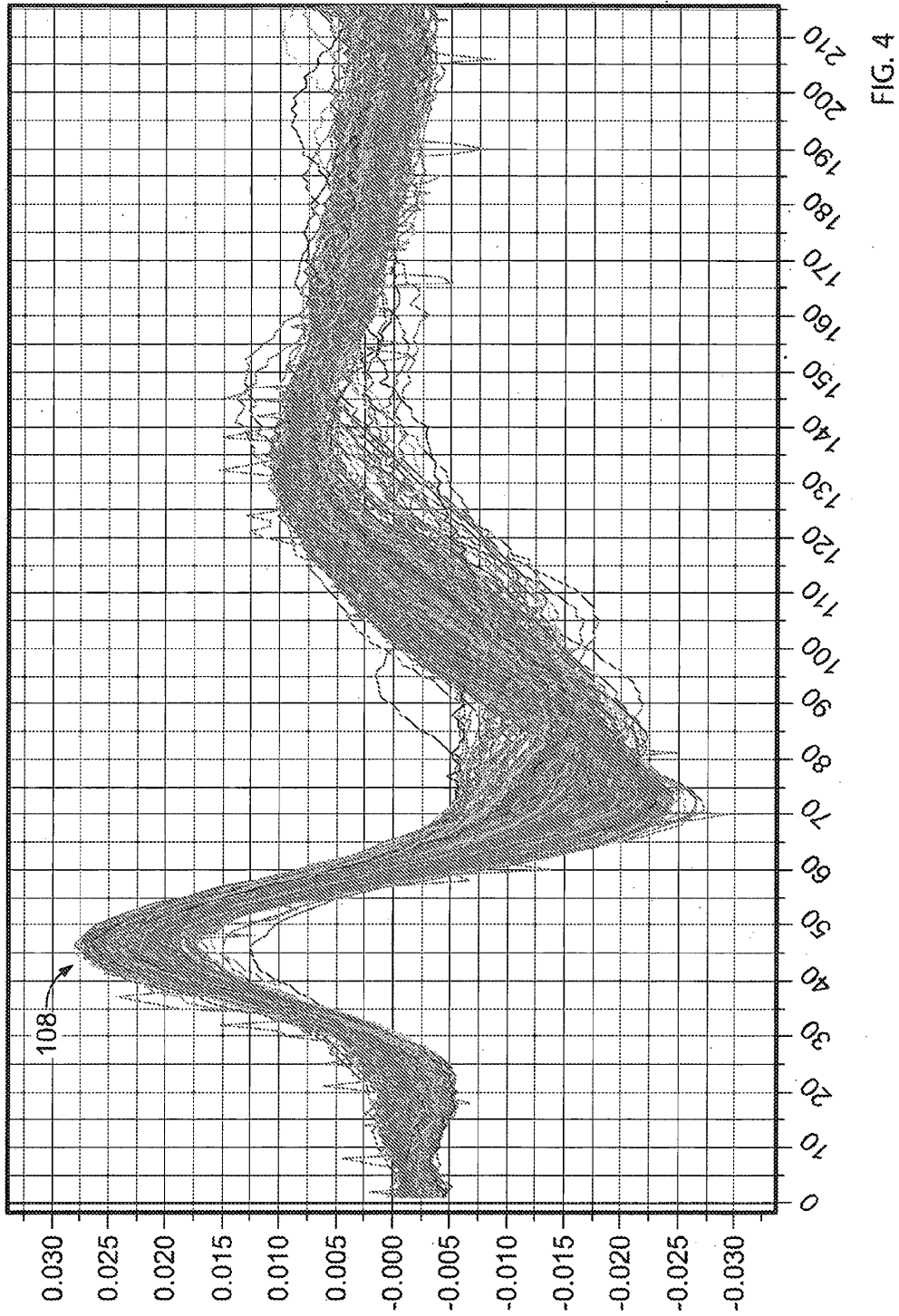


FIG. 4

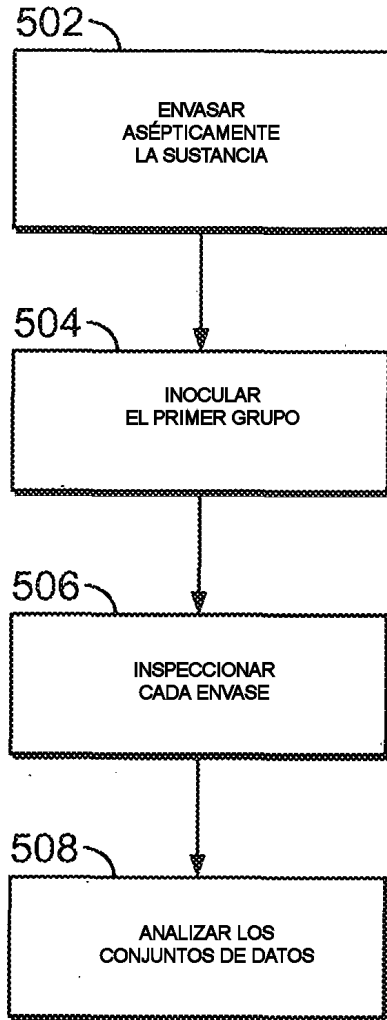


FIG. 5

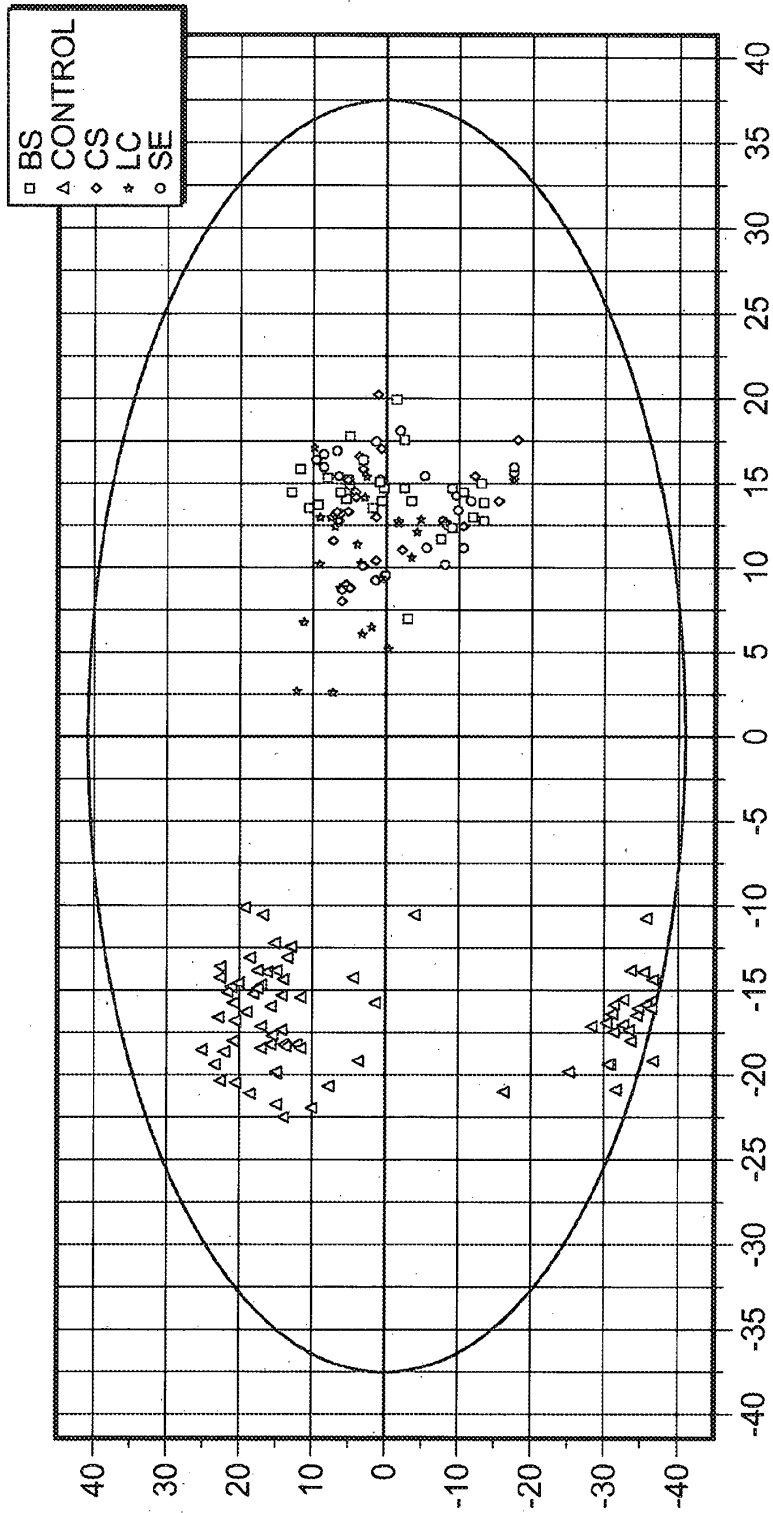


FIG. 6

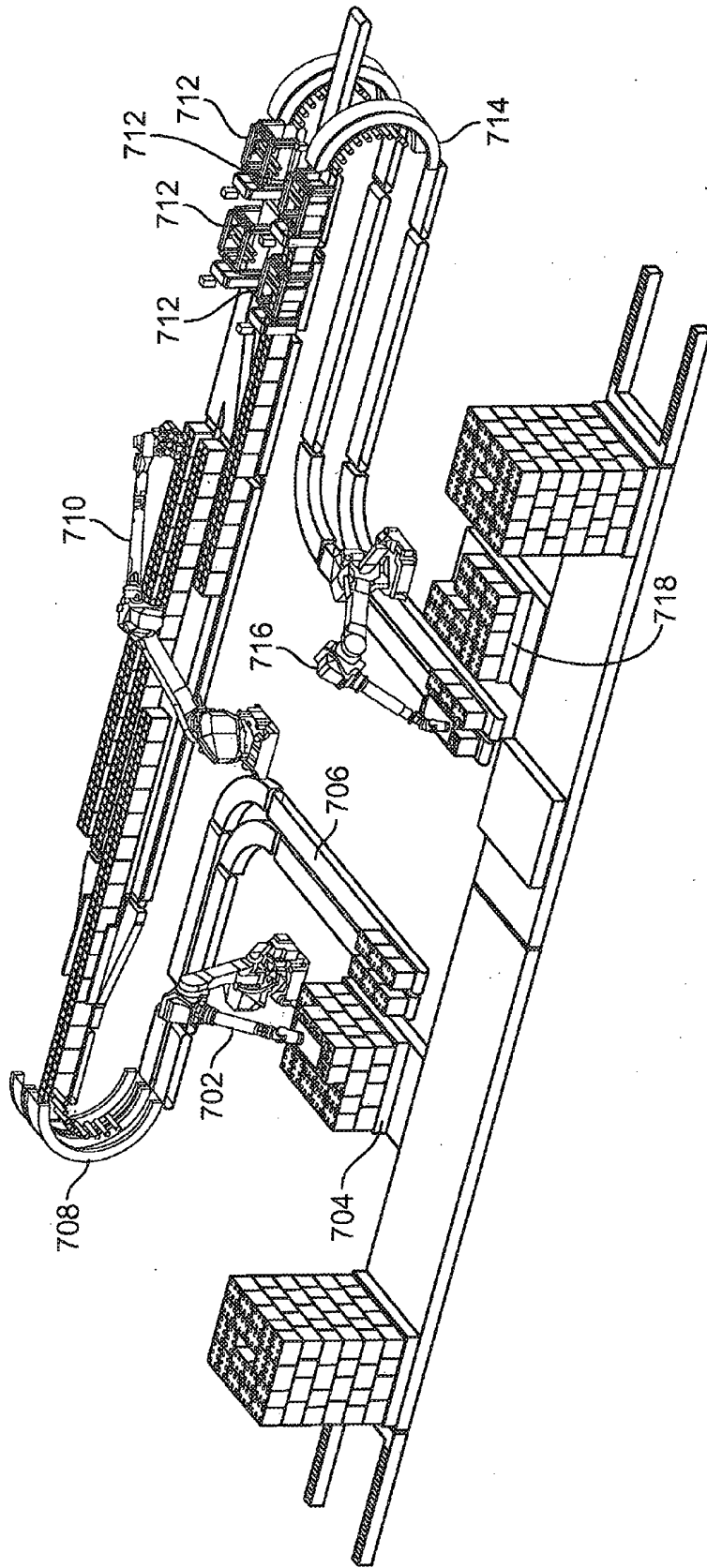


FIG. 7

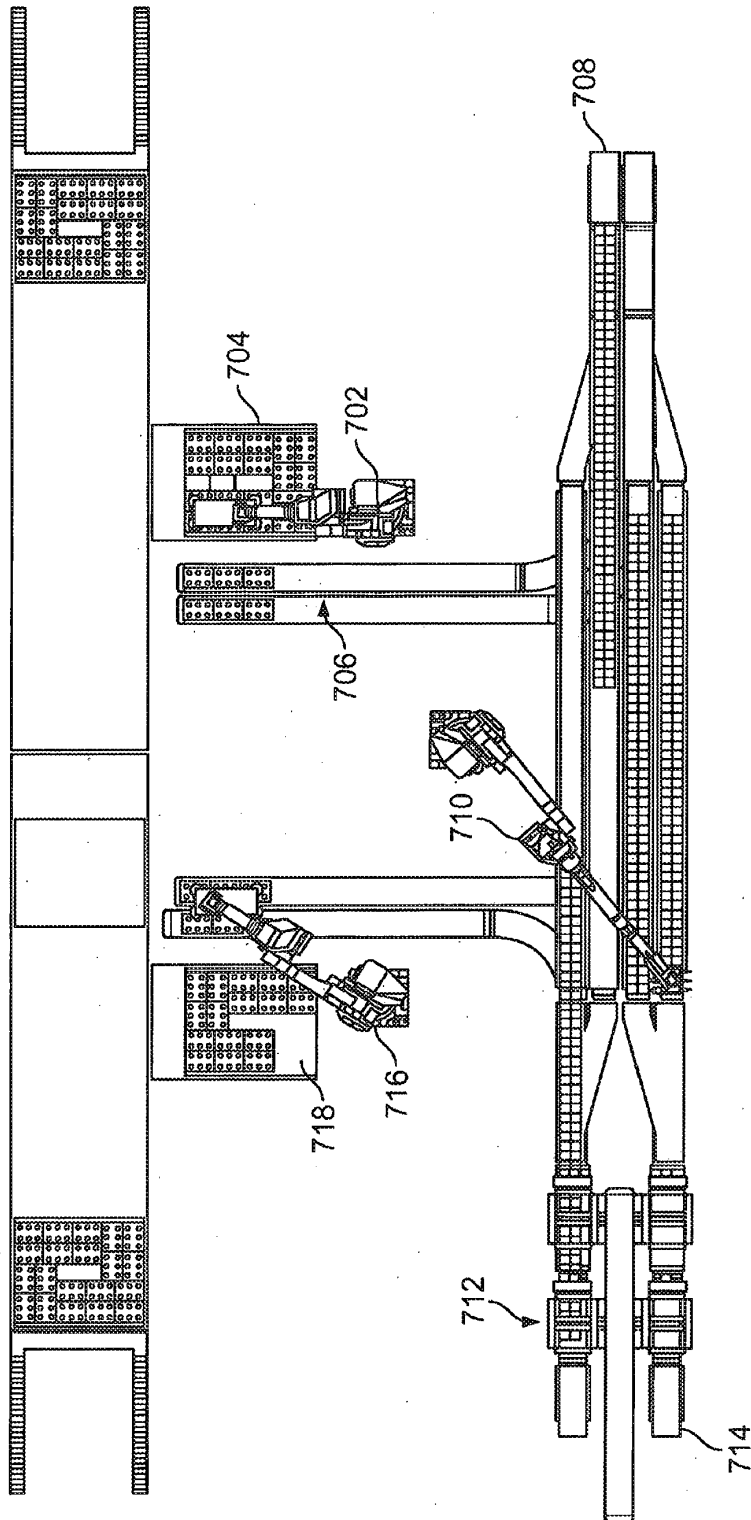


FIG. 8

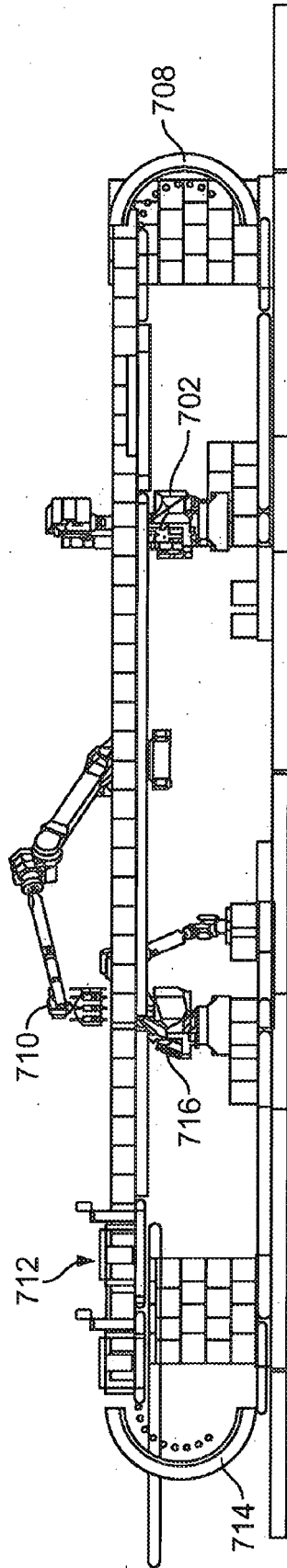


FIG. 9

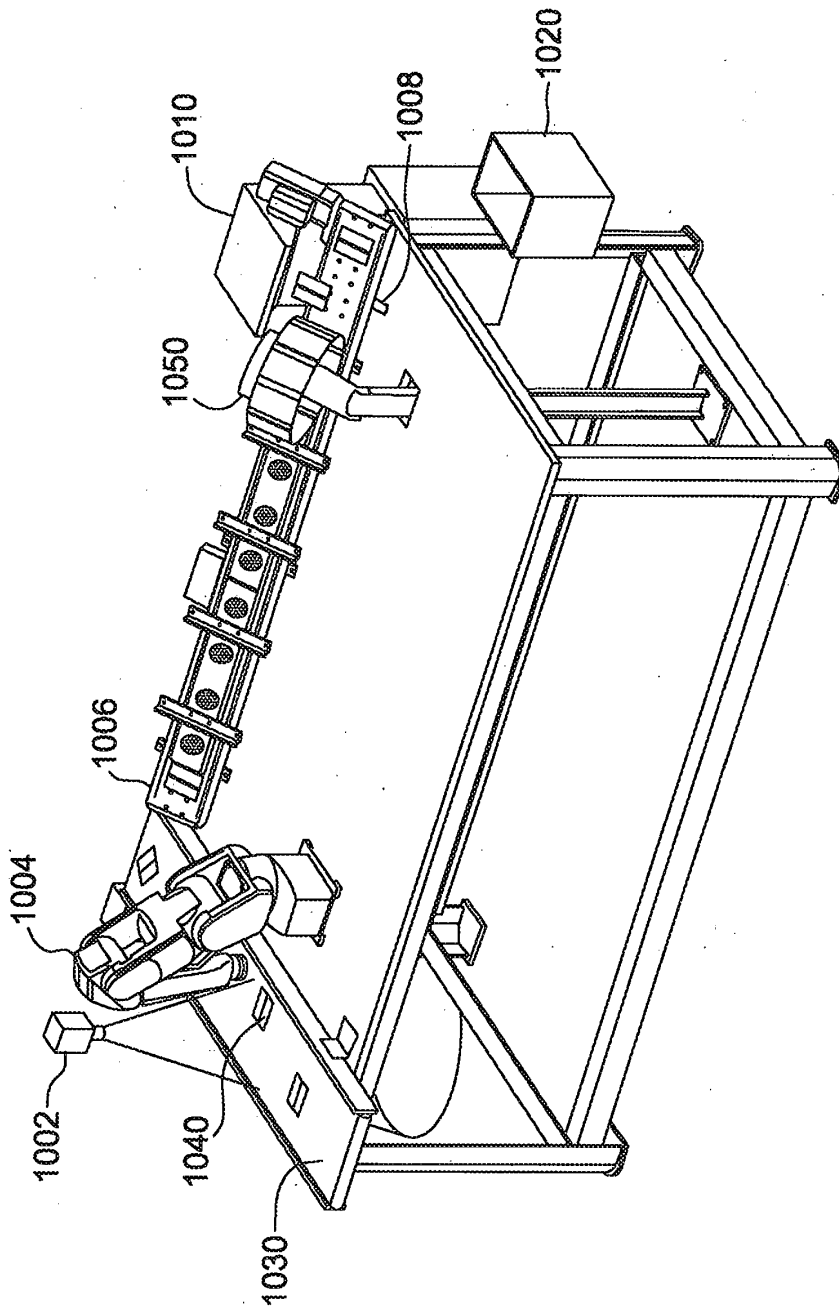


FIG. 10