



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 330 776**

⑤1 Int. Cl.:

B23K 26/00 (2006.01)

B23K 26/08 (2006.01)

B23K 26/38 (2006.01)

B65G 47/14 (2006.01)

A61K 9/00 (2006.01)

B65B 57/10 (2006.01)

B65G 47/19 (2006.01)

B07C 5/02 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **06026579 .0**

⑨6 Fecha de presentación : **27.02.2003**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1764181**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **21.03.2007**

⑤4

Título: **Sistema de perforación láser.**

④5

Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.12.2009

④5

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.12.2009

⑦3

Titular/es: **Osmotica Corp.**
c/o Alfaro, Ferrer & Ramirez (BVI) Limited
P.O. Box 915, R.G. Hodge Plaza
Second Floor, Upper Main Street
Road Town, Tortola, VG

⑦2

Inventor/es: **Faour, Joaquina**

⑦4

Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Sistema de perforación láser.

5 La presente invención se refiere a un aparato para formar cavidades en formulaciones sólidas. Más específicamente, se refiere a un aparato de perforación láser de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 (ver, por ejemplo, el documento US-A-4.088.864), el aparato se utiliza para formar una o más cavidades u orificios en la superficie de una formulación sólida, como una forma de dosificación farmacéutica sólida, empleando un dispositivo láser.

10 Antecedentes de la invención

Las formulaciones sólidas se utilizan para la liberación de agentes activos en un ambiente de uso. Los agentes activos generalmente incluyen medicinas, nutrientes, productos alimenticios, pesticidas, herbicidas, germicidas, alguicidas, reactivos químicos, y otros conocidos por los especialistas en la materia. Cuando una formulación sólida incluye un núcleo recubierto con una composición parcial o completamente insoluble en un ambiente de uso previsto, su/s recubrimiento/s puede/n incluir una o más perforaciones para permitir la liberación del agente activo desde el núcleo. Algunos ejemplos de este tipo de dispositivos incluyen dispositivos osmóticos, comprimidos recubiertos, cápsulas recubiertas, píldoras recubiertas, grageas, bolitas recubiertas, pastillas recubiertas y otros. Algunas de estas formas de dosificación ejemplar emplean presión osmótica para controlar la liberación del agente activo contenido en el núcleo de la forma de dosificación. Estas formas de dosificación también pueden incluir una o más capas, exteriores al núcleo, compuestas de uno o más materiales que se erosionan o disuelven lentamente en el ambiente de uso, permitiendo de ese modo liberar gradualmente el agente activo.

Las Patentes Estadounidenses, Nro. 4.088.864 otorgada a Theeuwes y col., y Nro. 4.063.064 otorgada a Saunders y col. revelan un proceso de alta velocidad para formar pasajes de salida en las paredes de los dispositivos osmóticos para la liberación del contenido del dispositivo osmótico. Dicho proceso comprende: a) el movimiento sucesivo de las píldoras a lo largo de un camino predeterminado a una velocidad predeterminada; b) el rastreo de la sucesión de píldoras en movimiento a dicha velocidad con un láser de una longitud de onda que pueda ser absorbida por dichas paredes haciendo oscilar el pasaje óptico del láser de adelante hacia atrás a lo largo de una sección predeterminada del pasaje de la píldora a dicha velocidad; c) el disparo del láser durante dicho rastreo; d) el ajuste de la dimensión del rayo láser en dicha pared, de la potencia del láser y de la duración del disparo de manera que el rayo láser pueda perforar la pared; y e) la formación, con el rayo láser, de un pasaje de salida de 4 a 2000 micrones de diámetro en la pared. Estas patentes también revelan un aparato para formar pasajes de salida en las paredes de dispositivos osmóticos para la liberación del contenido del dispositivo osmótico. Este aparato comprende: a) un marco soporte; b) un láser que opera en modo pulsátil; c) un mecanismo de rastreo de píldoras de láser óptico; d) un ordenador de píldoras giratorio; y e) una fuente de energía eléctrica que provea y controle la potencia del láser, el mecanismo de rastreo y el ordenador.

La Patente Estadounidense Nro. 5.783.793 otorgada a Emerton y col. revela un aparato láser utilizado para perforar múltiples orificios a cada lado de un comprimido sucesivamente sin tener que mover el comprimido. El aparato incluye espejos y un deflector óptico-acústico para reflejar o desviar el rayo láser respectivamente. El aparato también incluye un codificador acoplado al eje rotativo de un motor que hace girar un alimentador de comprimidos. El codificador envía señales de salida que se utilizan para regular la sincronización de los pulsos del rayo de modo que los pulsos del rayo relativos a la posición del comprimido, y por lo tanto, el patrón generado, sean sincronizados.

La Patente Estadounidense Nro. 5.376.771 otorgada a Roy revela un aparato láser capaz de formar simultáneamente varios orificios en la membrana semipermeable de un dispositivo osmótico. El aparato, comercializado como el sistema DIGIMARK™, incluye un orden lineal de tubos láser individuales dirigidos a la superficie de un comprimido. Los diferentes tubos láser pueden ser pulsados independientemente uno del otro para crear un orden de aperturas circulares o ranuradas sobre la superficie del comprimido.

Las Patentes Estadounidenses Nro. 5.658.474 y Nro. 5.698.119 otorgadas a Geerke y col. revelan un aparato con un único rayo láser para perforar orificios sobre un sólo lado de un comprimido. El aparato emplea un sistema de desvío de rayo láser, que consiste en una serie de espejos, para determinar la presencia de un comprimido en la abertura para comprimidos de un alimentador de comprimidos antes del ingreso del mismo a la zona de disparo del aparato. Si se detecta un comprimido en la abertura, el láser dispara un pulso hacia la respectiva abertura cuando el comprimido atraviesa la zona de disparo. El rayo puede ser pulsado o continuo y se puede perforar más de un orificio sobre el mismo lado de un comprimido. El orificio puede ser un canal continuo, un único orificio o una serie de orificios superpuestos. El orificio puede tener forma de ranura, polígono o círculo.

La Patente Estadounidense Nro. 4.806.728 otorgada a Salzer y col. revela un aparato láser para perforar la superficie de formas de dosificación sólidas. El aparato crea un rayo láser con un punto luminoso de tamaño ajustable en diferentes lugares mientras la longitud de trayectoria del rayo se mantiene constante. Este aparato requiere un medio para focalización del rayo, uno para dar forma al rayo y un espejo dicróico para reflejar el rayo. El rayo es programable y se utiliza para crear un diseño sobre la superficie de una forma de dosificación sólida.

La Patente Estadounidense Nro. 4.903.813 otorgada a Gajdos revela un aparato láser para aplicar marcas o ranuras para partir los comprimidos sobre las superficies de los mismos. El funcionamiento del láser del aparato se encuentra sincronizado con el de una impresora de comprimidos. El aparato incluye un espejo que desvía el rayo láser a través de

una máscara para crear una marca o ranura para partir comprimidos sobre la superficie del mismo. El láser es modulado con intensidad y puede configurarse para que sea telescópico o giratorio, de manera que el láser pueda marcar la cara superior o lateral del comprimido.

- 5 Las Patentes Estadounidenses Nro. 5.399.828 y Nro. 5.294.770 revelan un aparato láser que dispara múltiples pulsos sobre un único lugar de un comprimido mientras el mismo pasa por debajo del rayo láser. El láser es sincronizado con el movimiento de un transportador de comprimidos. El aparato incluye un controlador sensible a los movimientos del transportador y al funcionamiento del láser. El láser sólo es pulsado cuando aparece una ventana que indica "láser listo" al mismo tiempo que aparece otra que indica "comprimido listo". El aparato puede perforar la cara superior o inferior de un comprimido. El rayo láser es estacionario y no rastrea el movimiento de los comprimidos. El aparato puede incluir un detector de "lado" para detectar qué lado del comprimido debe ser perforado. El aparato también puede incluir un detector piroeléctrico fuera de la trayectoria del rayo para detectar cuando el láser es pulsado erróneamente y rechazar los comprimidos no perforados. Al igual que con otros sistemas, el aparato puede perforar una serie de orificios en cada lado del comprimido. Después de atravesar la zona de disparo, todos los comprimidos ingresan a un tubo recolector que cuenta con un mecanismo de cancelación para separar los comprimidos perforados de los no perforados. Las superficies de los comprimidos no son examinadas y se determina si un comprimido no ha sido perforado al determinar si el láser fue pulsado sobre el comprimido cuando el mismo atravesó la zona de disparo. A fin de sincronizar la ventana que indica "láser listo" con la que indica "comprimido listo", el aparato incluye un codificador rotativo para proporcionar conteos periódicos de sincronización al controlador para sincronizar la posición de los comprimidos en movimiento en el medio transportador relativo a la zona de disparo. Dado que el láser sólo dispara cuando las ventanas indicadoras "láser listo" y "comprimido listo" están sincronizadas, se utiliza un medio de conteo principal sensible a los conteos de aumento de la sincronización del codificador para definir la trayectoria del recorrido del comprimido entre la referencia punto cero y el comienzo de la ventana de ejecución correspondiente al flanco anterior de la zona de tratamiento del comprimido en movimiento. De la misma manera, se utiliza un medio contador de ventanas que responde al medio contador inicial y al medio de conteo del incremento de sincronización para definir la distancia del recorrido del comprimido entre el comienzo de la ventana de tratamiento y el fin de la ventana de tratamiento correspondiente al flanco anterior de la zona de tratamiento en el comprimido en movimiento. Este sistema no utiliza un sensor que detecta la presencia de un comprimido en la abertura de un transportador ni tampoco permite el retorno inmediato de los comprimidos no perforados al depósito de comprimidos. Este sistema ocasiona una excesiva pérdida de producto debido al número de comprimidos que atraviesan la zona de disparo sin ser perforados. Tampoco incluye medios para la validación del proceso ni medios para la inspección de comprimidos posteriores a la zona de disparo para inspeccionar la superficie del comprimido inmediatamente después de la perforación, validar el rendimiento del aparato y/o para controlar el funcionamiento del medio para el desvío de comprimidos.
- 35 Si bien cada uno de los sistemas conocidos tiene sus propias ventajas, cada sistema se encuentra limitado por una o más características que provocan una baja proporción de recuperación de sólidos. Existe la necesidad de un sistema de perforación láser, con un sistema de inspección, que permita una alta recuperación de sólidos y una perforación precisa y que al mismo tiempo permita facilidad de uso y gran eficiencia.

40 **Resumen de la invención**

- El presente aparato de perforación láser de acuerdo con la presente invención, tal como se define en la reivindicación 1, supera muchas de las desventajas inherentes a los aparatos de diseño anterior reduciendo la cantidad de sólidos que se pierde por mal funcionamiento o error de disparo del láser, incrementando la eficacia del proceso y mejorando el rendimiento del sistema. A diferencia de los sistemas conocidos, este sistema también incluye un sistema de validación de proceso opcional. Según la realización de la invención, el aparato láser es capaz de: 1) retornar inmediatamente los sólidos no perforados al depósito de sólidos; 2) detectar la presencia de un sólido en la cámara de sólidos de un ordenador por un medio distinto que el de desviación del rayo láser; 3) detectar el color de la superficie del sólido antes y, opcionalmente, después de la perforación; 4) rechazar y, opcionalmente, reponer los sólidos en la cámara de sólidos del ordenador antes de la perforación; 5) inspeccionar electrónicamente y, de manera opcional, visualmente, la superficie del sólido inmediatamente después de la perforación para confirmar la presencia de un orificio, la ubicación del orificio, el número de orificios y/o la forma del mismo; 6) inspeccionar electrónicamente la superficie del sólido para determinar su color; 7) validar el rendimiento del proceso utilizando medios sensibles o de detección redundantes pero diferentes; 8) ofrecer un resumen del rendimiento del sistema para el sistema de perforación láser; 9) sincronizar el funcionamiento de varios componentes del aparato láser; y/o 10) perforar comprimidos en forma continua, semicontinua o específica para cada lote.

La invención proporciona un aparato de perforación láser de acuerdo con la reivindicación 1.

- 60 Realizaciones específicas de la invención incluyen combinaciones de las diversas realizaciones aquí descritas. Otras realizaciones de la presente invención incluyen aquellas en las que: 1) el aparato además incluye un sincronizador que genera una señal de sincronización utilizada para sincronizar el funcionamiento de diversos componentes del aparato láser; 2) el aparato incluye una pantalla para monitorizar visualmente el funcionamiento del dispositivo de inspección/validación.

- 65 Otras características, ventajas y realizaciones de la invención serán evidentes para aquellos expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción, ejemplos que la acompañan y reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de las figuras

Los siguientes diseños forman parte de la presente especificación y se encuentran incluidos para demostrar ampliamente determinados aspectos de la invención. La invención puede entenderse mejor haciendo referencia a uno o más de estos diseños en combinación con la descripción detallada de las realizaciones específicas aquí presentadas.

Las Figs. 1a-1c muestran vistas transversales de sólidos con cavidades perforadas en las superficies de los mismos por el sistema de perforación láser.

La Fig. 2 muestra una elevación de la parte frontal de una primera realización del sistema de perforación láser.

La Fig. 3 muestra una elevación del lado derecho del sistema de la Fig. 2.

La Fig. 4 muestra una vista plana de la superficie del sistema de la Fig. 2.

La Fig. 5 muestra una vista parcial de una sección de un detector de sólidos ejemplar.

La Fig. 6 muestra una vista parcial de una sección de un detector de color ejemplar.

La Fig. 7 muestra una vista parcial en perspectiva de una sección de un medio de rechazo de sólidos y un medio de reposición de sólidos ejemplar entre el depósito de sólidos y la zona de disparo.

La Fig. 8 muestra una vista parcial de una sección de un sistema de rechazo de sólidos ejemplar entre la zona de disparo y la zona de entrega.

La Fig. 9 muestra una vista parcial en perspectiva de una sección de un depósito de sólidos ejemplar incluyendo un detector de capacidad ejemplar.

La Fig. 10 muestra una vista parcial en perspectiva de una zona de entrega de sólidos ejemplar incluyendo un medio de separación de sólidos, una zona de rechazo de sólidos y una zona de aceptación de sólidos.

La Fig. 11 muestra una vista frontal parcial en perspectiva de una sección de la zona de disparo de un sistema de perforación láser ejemplar en funcionamiento.

Las Figs. 12a-12c muestran diversas secuencias ejemplares de pulsos y micropulsos que pueden ser generadas por el dispositivo láser.

La Fig. 13a muestra un láser penetrando la superficie de un comprimido a diferentes profundidades.

La Fig. 13b muestra un láser formando una ranura sobre la superficie de un comprimido deslizando el comprimido por debajo del láser durante el período en que dispara un pulso.

La Fig. 14 muestra una vista plana de la superficie de diferentes cavidades formadas por el sistema láser.

La Fig. 15 muestra un diagrama lógico ejemplar del sistema de control utilizado para controlar el sistema de perforación láser.

La Fig. 16 muestra un diagrama lógico ejemplar del sistema de control utilizado para controlar el sistema de validación del proceso.

La Fig. 17 muestra una vista de la superficie de un ordenador de acuerdo con la invención.

La Fig. 18 muestra una vista frontal parcial de una sección de una parte del sistema de perforación láser.

Descripción detallada de la invención

Un proceso de una forma de dosificación sólida con el sistema de la invención incluirá un orificio o cavidad formado por un láser. La Fig. 1a muestra un sólido recubierto (1), como un dispositivo osmótico, incluyendo una primera cavidad (4) formada en el recubrimiento (3) que rodea al núcleo (2) del sólido. La cavidad se forma al alcanzar el recubrimiento con un pulso láser de baja intensidad y poco ancho en la zona de disparo del sistema de perforación láser. El sólido (1) también incluye una cavidad, en el núcleo, y un orificio superpuesto (5), en el recubrimiento del sólido. La cavidad y el orificio (5) se forman al alcanzar el sólido con un pulso láser de poco ancho, de intensidad moderada a alta, penetrando el recubrimiento completamente y penetrando parcialmente el núcleo del sólido.

La Fig. 1b muestra un comprimido sin recubrimiento (10) con una cavidad alargada (canal) (11) y tres cavidades circulares (12a-12c) sobre su superficie. El canal se forma al ser alcanzado el comprimido por un pulso láser de gran ancho, de intensidad baja a moderada, cuando el comprimido pasa por debajo del láser por el ordenador de sólidos. Al

ser alcanzado de manera sucesiva el mismo comprimido por uno o más pulsos láser de poca anchura y por uno o más pulsos láser de gran anchura, puede hacerse que el comprimido incluya una combinación lineal de por lo menos una cavidad circular (12a) y por lo menos un canal (11), u otras combinaciones de cavidades más cortas y más largas.

5 La Fig. 1c muestra un sólido sin recubrimiento (15) que incluye una cavidad larga (16) con una profundidad no uniforme. La cavidad se forma al ser alcanzado el sólido por un pulso láser de intensidad de pulso modulada. El pulso modulado incluye baja intensidad en la parte inicial y en la parte final y moderada intensidad en la parte intermedia. La primera parte (16a) de la cavidad tiene una profundidad que se hace estrecha hacia abajo formada por un primer pulso de intensidad modulada. La parte media (16b) de la cavidad tiene una profundidad constante formada por un pulso de intensidad constante. La última parte (16c) de la cavidad tiene una profundidad que se hace estrecha hacia arriba formada por otro pulso de intensidad modulada. Un pulso modulado es una pulsación del láser cuya intensidad varía desde el comienzo de la pulsación hasta el final de la misma o aproximadamente en el medio de la misma. Un pulso de intensidad modulada aumentada tiene intensidad inicial más baja e intensidad final más alta. Un pulso de intensidad modulada reducida tiene intensidad inicial más alta e intensidad final más baja. El método para generar un pulso modulado se describe más abajo.

El aparato láser se puede utilizar para hacer marcas, cortes, ranuras, letras y/o números sobre superficies para fines de decoración, identificación y/o otros fines sobre las superficies de sólidos, en particular de comprimidos.

20 Si bien las Figs. 1a-1c muestran una forma de dosificación sólida como una píldora ovalada o un comprimido rectangular, se debe entender que el sólido puede adoptar cualquier forma. Es decir que el comprimido puede adoptar cualesquiera formas y/o tamaños diferentes según sea más apropiado para el ambiente de uso previsto. En realizaciones específicas, la forma y tamaño del sólido serán los más apropiados para ser administrados a mamíferos como animales o seres humanos. El sólido utilizado en el aparato de la invención también puede ser una píldora, dispositivo osmótico, cápsula, esfera, comprimido, pastilla, minitableta, barra, lámina, gránulo o aglomerado.

La Fig. 2 muestra un sistema de perforación láser ejemplar (20) que incluye un dispositivo láser (21), una zona de carga (66), una primera zona de rechazo (28), una primera zona de inspección (29), una zona de disparo (30), un sistema de manipulación de sólidos (25), una segunda zona de inspección (31) y una zona de entrega de sólidos (32). El sistema de manipulación de sólidos incluye un ordenador de sólidos continuo que incluye varias aberturas. Las aberturas del ordenador recorren su camino en forma repetida desde la zona de carga (66) a través de las diversas zonas (28, 29, 30, 31 y 32) y regresan a la zona de carga (66). Por lo tanto, un sólido del depósito de sólidos es transportado en forma sucesiva por el ordenador de sólidos a través de las mismas zonas; no obstante, si el sólido ha sido exitosamente perforado por el láser, entonces no regresa a la zona de carga. Un sólido incorrectamente perforado pasa al recipiente de rechazos (33).

De acuerdo con la presente invención, la zona de carga (66) incluye un depósito de sólidos (27) desde donde se cargan sólidos en forma continua por efecto de la gravedad en las aberturas del ordenador de sólidos. El depósito de sólidos puede ser cualquier contenedor o conducto abierto o cerrado que pueda retener transitoriamente un sólido y cargarlo en las aberturas del ordenador. El depósito de sólidos (27) incluye una pared que se asemeja a una porción de un contenedor cilíndrico abierto colocado en posición vertical. La zona de carga también incluye un detector opcional de capacidad o de nivel (38) que detecta el nivel de sólidos dentro del depósito.

El sistema de perforación láser (20) incluye un centro de control (22) que controla el funcionamiento de diversos componentes del mismo. El centro de control incluye controles de *hardware* y *software* y una serie de componentes electrónicos.

Dado que el dispositivo láser (21) genera una cantidad significativa de calor, el sistema de perforación láser también incluye un enfriador (24) que transporta fluido refrigerante al dispositivo láser y desde el mismo. El fluido refrigerante puede ser cualquier gas y/o líquido utilizado para enfriar láseres. El rayo láser emitido por el dispositivo láser es dirigido a la zona de disparo (30) a través de un espejo y conductos oscilantes (ver Fig. 18).

El dispositivo láser genera una cavidad u orificio en un sólido quemando o desgastando el sólido con una intensa emisión de luz. La quemadura genera gases, humo y/o micropartículas que pueden ser irritantes. Por lo tanto, el sistema de perforación láser incluye un sistema de manejo y filtración de aire (23) que aspira los gases, humo y/o micropartículas y los elimina de los alrededores de la zona de disparo.

Los diversos componentes del sistema pueden ser armados en el piso (36) o sobre una superficie de trabajo, como la superficie de una mesa (35), soportada por una estructura (34), o una combinación de las mismas.

La Fig. 3 muestra una elevación del lado derecho del sistema de perforación láser (20) excepto que se han agregado un sistema de inspección (41) de acuerdo con la invención y un conducto de carga (42). El conducto de entrega de sólidos (32) se encuentra sujeto a un mecanismo de separación de sólidos (51) que envía los sólidos perforados ya sea a un conducto de sólidos aceptados (53) o a un conducto de sólidos rechazados (52). Los conductos (52 y 53) transportan sus respectivos sólidos a los recipientes (33) y (54), respectivamente. El funcionamiento del mecanismo de separación de sólidos (51) es controlado por el sistema de inspección, si lo hubiere. Cuando un sólido es considerado aceptable por el sistema de inspección, el sistema de inspección envía una señal al medio de control apropiado de manera tal que el mecanismo de separación de sólidos envíe los sólidos al conducto de sólidos aceptados. De la misma manera, cuando

ES 2 330 776 T3

un sólido es rechazado por el sistema de inspección, el sistema de inspección envía una señal al medio de control apropiado de manera que el mecanismo de separación de sólidos envíe sólidos al conducto de sólidos rechazados.

El sistema de manejo de sólidos (25) incluye un elevador (47) que inclina el equipo de contención y manejo de sólidos (26) hacia arriba de manera que los sólidos que se encuentran en el mismo tiendan a caer dentro del depósito de sólidos. Por lo tanto, la altura del equipo es ajustable. El elevador también sirve para ajustar la proximidad de la superficie de los sólidos respecto del láser.

El sistema de inspección (41) incluye una cámara dirigida hacia la segunda zona de inspección (31) ubicada entre la zona de disparo (30) y el conducto de entrega de sólidos (32). Una vez que un sólido ha atravesado la zona de disparo, la cámara capta una imagen electrónica (digital o análoga) del sólido. La imagen es enviada a un sistema de validación de proceso computarizado que determina la ubicación, presencia y tamaño de la cavidad perforada en el sólido. El sistema de validación también determina opcionalmente la cantidad de cavidades en el sólido y/o el color del mismo. Si el sólido es aceptable, se envía a través de una abertura en el fondo del equipo (26) momento en el cual cae dentro del conducto de entrega (32) aproximadamente en la dirección de la flecha (C).

El sistema de manejo de aire mencionado anteriormente (23) incluye un conducto de aspiración (50) que extrae aire, humo, gases y micropartículas de una apertura (49) adyacente a la zona de disparo hacia el sistema de filtración de aire. El aire purificado es entonces liberado a través de la abertura (44) al entorno operativo o a una salida que elimina el aire del sistema. Si bien se muestra con una abertura en la pared lateral del equipo de contención, el conducto de aspiración también puede suministrarse como un tubo que se coloca sobre la pared lateral en lugar de a través de la misma.

El depósito de sólidos se encuentra definido por la pared del sistema de contención (26) y una división (47), entre el depósito y la zona de disparo. Si la altura de los sólidos (45) cae por debajo de un nivel predeterminado, el detector de capacidad (38) envía una señal a un medio de control de carga de sólidos (43) de manera tal que los sólidos adicionales sean transportados a través del conducto de entrega de sólidos (42) y dentro del depósito.

La Fig. 4 muestra una vista plana de la superficie del sistema de perforación láser (20), que incluye la zona de carga de sólidos (66), la primera zona de rechazo (28), la primera zona de inspección (29), la zona de disparo (30), la segunda zona de rechazo (64), la segunda zona de inspección (31), y la apertura para entrega de sólidos (67). La zona de carga incluye el depósito de sólidos y se encuentra delimitada por la división (74), la división (73), la superficie del ordenador de sólidos (69), y la pared del equipo de contención de sólidos (26). El sistema de perforación láser también puede incluir una cubierta (que no se muestra) o gabinete (que no se muestra) para el equipo de manejo de sólidos o para todo el sistema de perforación láser. Dado que el ordenador gira en el sentido opuesto a las agujas del reloj en la dirección de la flecha (D), los sólidos (45) son empujados a su lugar por la fricción de la superficie del ordenador con los sólidos. Los sólidos son introducidos por efecto de la gravedad dentro de las aberturas (68) ubicadas en la periferia del ordenador. Luego los sólidos son transportados a la primera zona de rechazo en donde los sólidos mal posicionados en las aberturas son rechazados y/o reposicionados en la dirección aproximada de las flechas (G) y (H) por el medio de rechazo (62) y el de reposicionamiento (63). El sólido (70) se muestra brevemente después de haber sido rechazado.

Luego, los sólidos correctamente posicionados son transportados a la primera zona de inspección en donde el detector de sólidos detecta la presencia o ausencia de un sólido en cada abertura (60). La primera zona de inspección también puede incluir un detector opcional de color (61) que determina o confirma el color correcto de los sólidos que están siendo perforados.

Un sólido correctamente coloreado es transportado a la zona de disparo (30) en donde el dispositivo láser dispara un pulso del láser al sólido y perfora una cavidad en la superficie del mismo. El láser únicamente disparará un pulso a un sólido en una abertura específica si el detector de sólidos ha confirmado previamente la presencia del sólido en esa abertura específica.

Los sólidos son transportados luego a la segunda zona opcional de rechazo (64) en donde los sólidos no perforados son eliminados de sus respectivas aberturas (68) y son empujados hacia la zona de carga de sólidos en la dirección aproximada de la flecha (E) por la segunda zona de rechazo de sólidos (65). El sólido (71) se muestra brevemente después de haber sido rechazado. Se incluye una boca para entrada de aire opcional adyacente a la segunda zona de rechazo de sólidos para empujar los sólidos rechazados (71) y los sólidos sobrantes del depósito nuevamente hacia el depósito.

Los sólidos correctamente perforados son luego transportados hacia la segunda zona de inspección (31), que puede estar superpuesta con la segunda zona de rechazo. La segunda zona de inspección incluye un segundo medio de inspección que confirma/valida los resultados observados por el primer medio de inspección (detector de sólidos y detector opcional de color). El segundo medio de inspección incluye el sistema de cámara descrito en el presente. La división (73) separa la zona de disparo de la zona de entrega de sólidos. Dado que la cámara confirma la presencia predeterminada, y opcionalmente el color, del sólido dentro de la abertura, se considera un medio de inspección redundante, y se utiliza como parte de un sistema de validación del proceso.

El fondo del equipo de contención (26) incluye una abertura alargada (67) a través de la cual caen sólidos perforados y correctamente coloreados que lograron pasar la división (73). El sólido (72) cae a través de la abertura (67) y el

conducto de entrega de sólidos (32). Alternativamente, la abertura alargada puede estar en la pared lateral del equipo de contención de modo que los sólidos sean empujados a través de ese lugar.

La Fig. 5 muestra el detector de sólidos (60) que incluye un cuerpo (75) sostenido contra la pared del equipo de contención (26) mediante un medio de ajuste (82). El detector incluye una cavidad u orificio que contiene un medio de detección de sólidos (76) compuesto por un emisor de señales (78) y un receptor de señales (77). El emisor de señales emite una señal (infrarroja, ultravioleta, visible u otra longitud de onda) cada vez que una abertura pasa por debajo del detector. El emisor de señales también puede ser un indicador láser. Cuando la señal reflejada es recibida por el receptor de señales al mismo tiempo en que la abertura se encuentra debajo del detector, el detector confirma la presencia del comprimido (83) en la abertura. Tal como se muestra, la parte inferior del ordenador (69) se encuentra adyacente pero apartada (84) del fondo del equipo de contención. De la misma manera, el detector (60) se encuentra apartado (81) de la superficie del ordenador. El espacio vertical desde el fondo del equipo y la distancia radial desde la pared lateral del equipo pueden ajustarse o arreglarse. El detector se encuentra funcionalmente conectado (80) al sistema de control. Luego, el detector de sólidos genera una señal que es enviada al sistema de control, que identifica esa abertura como una abertura que contiene un sólido. A continuación, el sistema de control indica al dispositivo láser disparar un pulso a esa abertura cuando atraviesa la zona de disparo. Si bien se muestra una realización ejemplar, en este caso se puede utilizar cualquier detector que pueda ser utilizado para detectar la presencia de un sólido en un área predeterminada. Sólo es necesario, de acuerdo con la invención, que el detector de sólidos funcione en sincronización con el dispositivo láser y el sincronizador según se describe más abajo. El detector de sólidos funciona opcionalmente en sincronización con el medio de rechazo de sólidos (105). En una realización, el detector de sólidos es un detector infrarrojo o de proximidad del láser. El detector de sólidos (60) puede construirse igual que el detector de color (61); no obstante, su funcionamiento le permitirá determinar la presencia y opcionalmente el color de un sólido.

La Fig. 6 muestra un detector de color (61) que se incluye opcionalmente en el sistema de perforación láser de la invención. En la industria farmacéutica, se conocen dispositivos osmóticos con caras inferiores y superiores de distinto color. A veces, es necesario colorear las superficies con colores distintos de manera tal que únicamente la superficie de un color predeterminado sea perforada. En este documento, un proceso que utiliza comprimidos o dispositivos osmóticos bicolor, se denomina proceso bicolor. El detector de color de la invención se utiliza para determinar si la cara correcta de un dispositivo osmótico apunta al dispositivo láser antes de ser perforado. De manera alternativa, el detector de color se utiliza para distinguir comprimidos de distinto color en un lote que contiene una mezcla de comprimidos coloreados, de manera que sólo los comprimidos de determinado color sean perforados.

El detector de color de fibra óptica (61) incluye un emisor de luz (89) colocado dentro de una cavidad u orificio del cuerpo (85). El emisor de luz incluye un medio de emisión de luz (90) que proyecta luz en la dirección aproximada de la flecha (J) hacia la superficie del comprimido (86). La luz proyectada se refleja hacia arriba hacia el detector de luz (87) y su respectivo medio de detección de luz (88). El detector de luz se conecta a un analizador de señales (que no se muestra) sujeto a un aprendizaje. Los conductos de fibra óptica pueden ser utilizados para conectar el medio de emisión de luz y el de detección de luz al analizador de señales. El analizador de señales es entrenado pasando en primer lugar sólidos correctamente coloreados por debajo del detector de color y, en segundo lugar indicando al analizador de señales que el color observado es el correcto. A continuación, el analizador correlaciona la señal generada por el detector de luz con una indicación de que el comprimido es un comprimido correctamente coloreado. Una vez que se le enseña al analizador de señales qué color identificar como el correcto, se lo prueba pasando comprimidos incorrectamente coloreados a través del detector de color, momento en el cual el analizador de señales debería generar una señal indicando que el comprimido, en efecto, se encuentra incorrectamente coloreado. Este ciclo de entrenamiento es realizado para comprimidos de cualquier color de modo que el detector distinga entre comprimidos correcta e incorrectamente coloreados. Cuando la producción está en curso, el analizador de señales analiza la señal generada por el detector de color para cada sólido. Si dicha señal se aproxima o es igual a la señal de referencia, el analizador indica que el comprimido es aceptable. En consecuencia, se envía una señal al dispositivo láser y se dispara un pulso láser al sólido aprobado/aceptado cuando atraviesa la zona de disparo.

La Fig. 7 muestra un primer medio de rechazo de sólidos (62) y un primer medio de reposicionamiento de sólidos (63). Durante el funcionamiento del sistema de manejo de sólidos, puede ocurrir que se introduzca más de un comprimido en una sola abertura (68) del ordenador. Por ejemplo, el comprimido (97) se muestra superponiéndose al comprimido (98) en la abertura (68a). Cuando la abertura (68a) pasa por la zona del medio de rechazo de sólidos (62), sale un chorro de aire a través del orificio (95) hacia el comprimido (97) empujando de esa manera el comprimido fuera de la abertura (68a) y hacia la zona de carga de sólidos. También puede ocurrir que un comprimido en una abertura sea posicionado incorrectamente para la perforación y necesite ser reposicionado antes de la misma. Por ejemplo, el comprimido (99) se muestra ladeado dentro de la abertura (68b). Cuando la abertura (68b) atraviesa la zona del medio de reposicionamiento de sólidos, sale un chorro de aire a través del orificio (96) de manera tal que el comprimido (99) es reposicionado en una posición correcta o empujado fuera de la abertura (68b) en la dirección aproximada de la zona de carga de sólidos. El medio de reposicionamiento de sólidos (63) generalmente difiere del medio de rechazo de sólidos (62) en la altura a la cual sale el chorro de aire. Generalmente, la distancia (101) entre el orificio (95) y la superficie del ordenador (69) es mayor que la distancia (102) entre el orificio (96) y la superficie del ordenador. Dicho esto, la distancia entre los orificios y la superficie del ordenador puede ser la misma. Estos dispositivos también pueden ser diferentes en cuanto al ángulo al cual el aire es dirigido hacia los sólidos y/o el volumen de aire dirigido a los sólidos o la velocidad del mismo. El comprimido (100) se muestra correctamente posicionado en la abertura (68c) después de pasar por el medio de rechazo de sólidos y por el de reposicionamiento de sólidos.

La Fig. 8 muestra un segundo medio de rechazo de sólidos (105) ubicado en la segunda zona de rechazo de sólidos (64, Fig. 4). Este medio de rechazo de sólidos incluye una boca para entrada de aire (108) ubicada dentro de un orificio (107) en el fondo del equipo de contención (26). La boca para entrada de aire es colocada debajo de las aberturas (68) del ordenador (69). El funcionamiento del medio de rechazo de sólidos (105) se sincroniza con el funcionamiento del dispositivo láser, el ordenador y el medio de sincronización según se describe más abajo. El medio de rechazo de sólidos se adapta para expulsar sólidos no perforados (rechazados) nuevamente hacia el depósito de sólidos. Un sistema de control conectado funcionalmente al dispositivo láser determina si el dispositivo láser ha disparado, por ejemplo, si el alimentador de potencia del láser ha recibido la señal para disparar un pulso sobre el comprimido en la abertura (68). Si el dispositivo láser no disparó un pulso al comprimido, el sistema de control envía una señal de modo que la válvula (109), que controla el flujo de aire del tubo (110) a la boca para entrada de aire, se abre y permite que una ráfaga de aire fluya a través de la boca para entrada de aire a medida que la abertura (68) y el comprimido no perforado (106) pasan dicha boca. El comprimido rechazado es empujado en la dirección de la flecha (L) hacia el medio de desvío de sólidos (111), que desvía el sólido en la dirección general del depósito de sólidos. El medio de desvío de sólidos es parte integral o se encuentra sujeto (en forma permanente o removible) a la pared del equipo de contención (26), o puede ser colocado por encima de la boca para entrada de aire por otros medios de estabilización/posicionamiento. El segundo medio de rechazo de sólidos se ubica por debajo de la zona de disparo, a un número conocido de aberturas. También se ubica por debajo del detector de sólidos a un primer número conocido de aberturas (conocido como el primer "diferencial de aberturas") y por encima del sincronizador por un segundo diferencial de aberturas. El segundo diferencial de aberturas no necesita ser un valor conocido o predeterminado. Los requisitos de funcionamiento y configuración del sincronizador con respecto a los otros componentes del sistema se describen más abajo.

La Fig. 9 muestra el equipo de contención y manejo (26) compuesto por el depósito de sólidos (27), delimitado por la división (74), la superficie del ordenador (69), y la pared del equipo. Dado que el ordenador gira continuamente en la dirección de la flecha (N), los sólidos (45) son impulsados en la dirección general del depósito de sólidos y hacia dentro del mismo. Al mantener abierta una área del depósito de sólidos, aquellos que son rechazados por el primer o segundo medio de rechazo de sólidos son introducidos nuevamente en el depósito de sólidos por el ordenador giratorio. La división (74) comprende una porción (117) que superpone las aberturas del ordenador. Esta porción (117) se encuentra apartada de las aberturas a una distancia que permite que pasen uno o más sólidos apilados pero no es suficiente para permitir que pasen cuatro o más sólidos apilados (comprimidos). El detector de capacidad (38) se encuentra ubicado cerca del depósito, específicamente sobre la división de la pared del equipo de contención, en dicha pared o a lo largo de la misma. El detector de capacidad determina la altura o nivel de sólidos (45) en el depósito (27). Este detector de capacidad ejemplar incluye un emisor de señales (115) y un detector de señales (116). El emisor de señales envía luz infrarroja al depósito. El detector de señales detecta la luz infrarroja reflejada por los sólidos en el depósito. Si se detecta luz infrarroja por debajo de un nivel mínimo predeterminado, el detector de capacidad genera una señal que hace que el medio de control de carga de sólidos (43, Fig. 3) sea accionado y se introduzcan más sólidos dentro del depósito a través del conducto de entrega (42). Si la cantidad de luz infrarroja detectada iguala o supera un mínimo predeterminado, el detector de capacidad genera una señal de manera que el medio de control de carga de sólidos detiene el flujo de sólidos hacia adentro del depósito. Si bien en este detector de capacidad ejemplar se utiliza una señal infrarroja, se puede utilizar cualquier combinación de medios de emisión y detección de señales que estén adaptados a cooperar para determinar el nivel de material en un depósito o contenedor. El detector de capacidad puede emplear cualquier medio de detección de capacidad electrónico y/o mecánico. Un detector mecánico ejemplar incluye un brazo flotante montado sobre un eje instalado en el depósito de manera que el brazo se desplace hacia abajo a medida que la carga del depósito disminuye, accionando de esa manera un medio de control que permite que se carguen más sólidos dentro del depósito.

La Fig. 10 muestra el equipo para clasificación de sólidos utilizado para clasificar sólidos aceptados y sólidos rechazados. El equipo de clasificación está compuesto por el conducto de entrega (32), que recibe sólidos que han sido aceptados o rechazados por el sistema de inspección de sólidos (41) y los transporta al medio de separación de sólidos. El medio de separación de sólidos incluye un miembro correspondiente (120) que gira en la dirección de la flecha (P) entre una primera posición (P1) y una segunda posición (P2). En este caso, el miembro correspondiente se encuentra sujeto de manera articulada a un conducto o junta del mismo; no obstante se puede utilizar cualquier medio de fijación que facilite la acción oscilante del miembro. El miembro correspondiente se desplace desde una primera posición a una segunda posición a través de un medio neumático, magnético, mecánico y/o electrónico. Cuando se encuentra en la primera posición, el miembro correspondiente transporta sólidos aceptados a lo largo de la flecha (Q) hacia adentro del conducto de sólidos aceptados (53) y a su respectivo contenedor. Cuando se encuentra en la segunda posición, el miembro correspondiente transporta sólidos rechazados a lo largo de la flecha (R) hacia adentro del conducto de sólidos rechazados (52) y a su respectivo contenedor. Si bien el conducto de sólidos aceptados se muestra hacia la izquierda del conducto de sólidos rechazados, se puede utilizar la orientación opuesta, y en consecuencia, el funcionamiento opuesto del medio de separación de sólidos.

El funcionamiento del medio de separación de sólidos se encuentra sincronizado con el funcionamiento del sistema de inspección de sólidos y con el ordenador. Cuando el sistema de inspección de sólidos determina que un sólido en una abertura específica es inaceptable, envía una señal a un sistema de control que acciona el medio de separación de sólidos. Cuando la abertura designada se acerca o superpone al conducto de entrega de sólidos, el medio de separación de sólidos posiciona correctamente al miembro correspondiente, según sea necesario, para dirigir el sólido rechazado al conducto de sólidos rechazados. De la misma manera, cuando el sistema de inspección de sólidos determina que un sólido en una abertura específica es aceptable, envía una señal a un sistema de control que acciona el medio de

separación de sólidos. Cuando la abertura designada se acerca o superpone al conducto de entrega de sólidos, el medio de separación de sólidos posiciona correctamente al miembro correspondiente, según sea necesario, para dirigir al sólido aceptado al conducto de sólidos aceptados. En este caso, la posición por defecto del medio de separación de sólidos es la que permite que los sólidos caigan en el conducto de sólidos rechazados y el medio de separación de sólidos debe ser accionado para transportar los sólidos al conducto de sólidos aceptados.

Durante ciclos de producción muy veloces, puede resultar muy difícil posicionar correctamente el miembro correspondiente para que únicamente el sólido rechazado caiga dentro del conducto de sólidos rechazados. En este caso, el sistema de control del medio de separación de sólidos puede ser configurado de modo que uno o más comprimidos aceptados antes del sólido rechazado y/o uno o más comprimidos aceptados después del mismo también sean dirigidos hacia el conducto de sólidos rechazados. En ese caso, menos de 10, menos de 8, menos de 6 o menos de 4 comprimidos aceptados antes del comprimido rechazado y/o menos de 10, menos de 8, menos de 6 o menos de 4 comprimidos aceptados después del comprimido rechazado son dirigidos hacia el conducto de sólidos rechazados.

El sistema de perforación láser de la invención puede fabricar sólidos perforados a una tasa que supera los 100.000 sólidos perforados por hora. La tasa de producción típica se encuentra entre los 50.000-100.000 comprimidos perforados por hora. Debido al diseño de este sistema, presenta una tasa de recuperación de sólidos mayor a 95%, mayor a 97%, o mayor a 99%. El sistema ha logrado una tasa de recuperación de sólidos de por lo menos cerca de 99,990%, es decir que el sistema habitualmente procesa en forma correcta por lo menos 99.990 comprimidos de 100.000 comprimidos. El sistema reivindicado también alcanzó una tasa de recuperación de sólidos del 100%. El término "tasa de recuperación de sólidos" se emplea para designar el porcentaje de sólidos correctamente procesados por el sistema de perforación láser, y se calcula dividiendo el número total de sólidos procesados correctamente por el número total de sólidos procesados por el sistema. Se debe tener en cuenta que el procesamiento correcto de los comprimidos incluye, entre otras cosas, la perforación láser de los comprimidos que deben ser perforados, el rechazo de los comprimidos que deben ser rechazados y la aceptación de los comprimidos que deben ser aceptados. En otras palabras, una tasa de recuperación de sólidos del 100% indica que todos los sólidos cargados dentro del depósito de sólidos han sido correctamente perforados y conducidos hacia el conducto de sólidos aceptados, o correctamente rechazados y conducidos hacia el conducto de sólidos rechazados, según haya sido necesario.

La Fig. 11 muestra la zona de disparo del sistema de perforación láser. La cubierta (37) del dispositivo láser rodea un rayo láser (172a) y un lente (39) que focaliza el rayo láser sobre la superficie de un sólido (126a). El dispositivo láser (21, Figs. 2-4, 18) hace oscilar al rayo láser en la dirección de la flecha (M) de modo que el punto incidente (generalmente el punto de enfoque) del rayo láser rastree la abertura y en consecuencia un sólido ubicado dentro de la misma. Este mecanismo de rastreo es particularmente útil cuando se deben perforar cavidades redondas en los sólidos. En este ejemplo, los comprimidos (125a-125c) se acercan a la zona de disparo. Habiendo recibido una señal directa o indirecta del detector de sólidos indicando que el comprimido (126a) se encuentra en su respectiva abertura, el láser dispara un pulso al comprimido a medida que transita su camino desde la primera posición angular (α rayo láser 172a) hasta la segunda posición angular (β rayo láser 172b). A continuación, el comprimido (126a) continúa transitando su camino con una cavidad perforada en su superficie al igual que los comprimidos anteriores (126b,c). Si el dispositivo láser recibiera una señal indicando la ausencia de un sólido en una abertura predeterminada, entonces no se dispararía ningún pulso a esa abertura. En otro caso, el láser no rastrea sólidos en el ordenador y, en su lugar, dispara uno o más pulsos o micropulsos a un sólido en una abertura específica inmediatamente debajo del emisor láser (127) una vez que el detector de sólidos ha determinado la presencia de un sólido en esa abertura específica. De manera alternativa, el dispositivo láser rastrea el movimiento de las aberturas oscilando en sincronización con el ordenador según se describe más abajo.

En ejemplos alternativos, el sistema de perforación láser utiliza un haz de puntería de baja energía que rastrea el movimiento de los sólidos a medida que pasan por debajo del rayo láser. La posición en un sólido sobre el cual golpea el haz de puntería es controlada por un operador mediante el ajuste de controles electrónicos. El disparo del haz de puntería está sincronizado con las aberturas, de manera que el haz de puntería se dirige a las aberturas en lugar de a los espacios en el ordenador entre las aberturas. Una vez que el haz de puntería ha sido calibrado y correctamente sincronizado con el ordenador, es desactivado y el rayo láser se utiliza para perforar orificios en los sólidos.

El funcionamiento del dispositivo láser se encuentra sincronizado con el detector de sólidos (60), el ordenador (69) el segundo medio de rechazo (65) y el medio de sincronización (145, mostrado en una línea de puntos en la Fig. 4). Además, el funcionamiento del dispositivo láser puede estar sincronizado con el detector de color (61), el sistema de inspección (41), y/o con el medio de separación de sólidos (51).

El dispositivo láser puede emitir cualquier combinación de pulsos largos, intermedios o cortos y/o micropulsos. El dispositivo láser dispara un rayo láser pulsátil, que consiste en una serie de destellos de luz láser. Cada destello se considera un pulso o un grupo de micropulsos que, juntos, forman un pulso. La Fig. 12a muestra una serie de pulsos y micropulsos utilizados para crear cavidades en sólidos. El primer pulso es disparado durante un período de tiempo que se denomina ancho del pulso (AP1). Después del ancho del pulso, tiene lugar un segundo período de tiempo que se denomina intervalo del pulso (IP1) durante el cual no se dispara ningún pulso. Cuando se suman, AP1 e IP1 equivalen a un período de tiempo denominado período del pulso PP1, que es también el período de tiempo que tiene lugar desde el comienzo de un primer pulso al comienzo de un segundo pulso. Según se muestra en el gráfico del ejemplo de coordenadas de tiempos de la Fig. 12a, AP1 equivale a 0,08 seg., IP1 equivale a 0,02 seg., y PP1 equivale a 0,1 seg. De la misma manera, AP2 equivale a 0,08 seg., IP2 equivale a 0,02 seg., y PP2 equivale a 0,1 seg. En este ejemplo, AP1

comprende cuatro micropulsos equivalentes que tienen lugar durante sus respectivos períodos mPP1, mPP2, mPP3 y mPP4. Cada período de micropulso incluye su respectivo ancho de micropulso (AmP#) e intervalo de micropulso (ImP#). La duración de cada micropulso es indicada por la longitud de la línea que representa el micropulso; mientras que la intensidad de cada micropulso es indicada por el espesor de la misma línea. Tal como se muestra, los micropulsos de PP1 tienen la misma longitud pero menor intensidad que los micropulsos de PP2. El pulso PP1 puede ser utilizado para perforar la cavidad (4) en el comprimido (1); mientras que el pulso PP2 puede ser utilizado para perforar una cavidad similar a la cavidad (5) del comprimido (1).

La Fig. 12b muestra otra secuencia ejemplar de disparo que puede ser creada por el dispositivo láser. Esta secuencia específica puede ser utilizada para crear las cavidades (11) y (12a-12c) del comprimido (10). En este ejemplo, se disparan dos pulsos al mismo comprimido. El primer pulso incluye un sólo AP1 e IP1, pero no incluye ningún micropulso. El segundo pulso incluye un sólo AP2 e IP2; no obstante, AP2 está compuesto por tres micropulsos equivalentes (mPP1-mPP3). Cada micropulso tiene la misma duración e intensidad según lo indican la longitud y el espesor relativos de los rectángulos que representan los micropulsos.

La Fig. 12c muestra un pulso AP1 ejemplar compuesto por una serie de micropulsos mPP1-mPP3 que pueden ser utilizados para crear la cavidad de profundidad variable (16) en el comprimido (15). Tal como lo indican los extremos cónicos de las flechas, los micropulsos mPP1 y mPP3 tienen intensidades moduladas. El micropulso mPP1 comienza con baja intensidad y gradualmente aumenta a un pulso de intensidad moderada durante un breve período predeterminado. El micropulso mPP2 tiene una intensidad moderada constante. El micropulso mPP3 tiene una intensidad modulada que es aproximadamente opuesta a la de mPP1, de modo que comienza a una intensidad moderada y gradualmente disminuye a un rayo de baja intensidad. Si bien los micropulsos se muestran sin ningún intervalo de micropulso, se puede utilizar un intervalo de micropulso muy corto y aún formar la cavidad de profundidad variable prevista.

Un pulso modulado es un pulso láser que tiene una intensidad que cambia desde el comienzo hasta el final del pulso. El pulso modulado puede tener una primera intensidad más alta que disminuye continua o gradualmente a una segunda intensidad más baja. Alternativamente, el pulso modulado puede tener una primera intensidad más baja que aumenta continua o gradualmente a una segunda intensidad más alta. Dado que es posible que se produzcan aumentos en la intensidad del pulso, un pulso modulado puede comprender una serie de micropulsos, en la cual cada uno de los micropulsos tiene una intensidad distinta.

Según se menciona más arriba, el dispositivo láser puede ser adaptado para crear prácticamente cualquier combinación de pulsos o micropulsos para formar una o más cavidades u orificios en un sólido.

Independientemente de la modificación óptica del rayo del pulso láser, la longitud de la cavidad u orificio formado en el sólido es una función del ancho del pulso, y la velocidad lineal del sólido al atravesar la zona de disparo cuando es tocado por el pulso láser. Para formar una cavidad alargada (no uniforme) se utiliza un mayor ancho de pulso y/o una mayor velocidad lineal (mayor velocidad de rotación para el ordenador) para el sólido. Para formar una cavidad uniforme o acortada se utiliza un menor ancho de pulso y/o menor velocidad lineal para el sólido. Generalmente, la longitud de la cavidad se ajusta modificando el ancho del pulso mientras que la velocidad lineal del ordenador se mantiene relativamente constante durante el accionar.

Cuando el sólido es un comprimido recubierto como por ejemplo un dispositivo osmótico, el tamaño del orificio perforado a través del recubrimiento (en cuyo caso sería una membrana microporosa, semipermeable o impermeable) puede modificarse según sea necesario cambiando la profundidad de penetración del pulso, la longitud focal del pulso, la intensidad del pulso, los materiales utilizados para hacer el recubrimiento del dispositivo, el tiempo de exposición (o ancho del pulso), la velocidad de rotación del ordenador y/o la velocidad lineal de las aberturas del ordenador. Las Figs. 13a-13b muestran un pulso láser (128) que se dispara a un comprimido (129). Al modificar la longitud focal del láser, la distancia relativa del dispositivo láser al comprimido, o el diámetro del rayo láser (el diámetro del punto del rayo sobre la superficie del comprimido), se forman cavidades de diferentes profundidades y diámetros. Un orificio superficial de poco diámetro (A1) se forma ajustando el punto de enfoque del láser a una profundidad (D0) apenas por debajo de la superficie del comprimido. Para formar orificios más profundos y de mayor diámetro (A2-A4) se debe ajustar el punto de enfoque del láser a mayores profundidades (D1-D3, respectivamente) debajo de la superficie del comprimido. Tal como se muestra en la Fig. 13b, para formar una canaleta alargada (127) en el comprimido se debe trasladar el comprimido lateralmente mientras el pulso es disparado al mismo. El traslado lateral (desplazamiento) tiene lugar cuando el comprimido está siendo transportado por el ordenador del sistema láser.

La cavidad perforada a través del recubrimiento de un dispositivo osmótico se denomina "pasaje preformado", dado que se refiere a un pasaje o a un precursor de un pasaje que ha sido formado en la membrana semipermeable por el dispositivo láser antes de la administración del dispositivo osmótico a un sujeto. El término "pasaje preformado" incluye uno o más poros, orificios, aperturas, canales, cavidades u otras estructuras similares conocidas por los especialistas en la materia.

Se pueden formar pasajes preformados de distintos tamaños, formas y funciones, como aquellos que se muestran en la Fig. 14. El pasaje (130) de un dispositivo osmótico incluye un orificio circular central (131) que penetra la membrana semipermeable, y dos porciones que se extienden lateralmente (132), que son regiones marcadas o grabadas, que no penetran la membrana semipermeable. Cuando se utiliza este pasaje, la membrana semipermeable se rompe o se

disuelve a lo largo de las regiones grabadas para formar el pasaje preformado de mayor tamaño. Las regiones que se extienden lateralmente pueden ser de cualquier longitud deseada. El pasaje (133) tiene forma ovalada o ranurada, y penetra la membrana semipermeable. Cuando se utiliza, el pasaje generalmente tenderá a desgastarse en los extremos de la abertura. El pasaje (134) se encuentra grabado en la superficie de la membrana semipermeable. Esta región grabada se rompe durante el uso para formar el orificio definitivo a través del cual se libera el agente activo. Este pasaje preformado puede continuar desgastándose en la dirección marcada o en direcciones aleatorias. El pasaje (138) es similar al pasaje (131) excepto que las regiones grabadas (139) tienen un ancho más angosto y superficial que las regiones marcadas (132). El pasaje (136) es una región marcada en la membrana semipermeable que se rompe durante el uso del dispositivo osmótico.

La Fig. 15 muestra un diagrama ejemplar que puede ser utilizado en el sistema de control que controla el funcionamiento del sistema de perforación láser. El diagrama muestra pasos ejemplares realizados por el sistema de perforación láser en la manipulación de un sólido. El operador comienza las operaciones activando los componentes necesarios y verificando el rendimiento de cada componente. A continuación, se activa el ordenador de sólidos y se sincronizan los diversos componentes del sistema según sea necesario. El sistema de control y/o el operador determinan si los componentes se encuentran sincronizados y listos para funcionar. Si los componentes están sincronizados, los sólidos son cargados en el depósito de sólidos. Cada abertura recorre su camino a través de las diversas zonas del sistema. El sistema determina e identifica qué abertura contiene sólidos. La identificación de la abertura es un diferencial de aberturas relativo a la posición de referencia (ver texto correspondiente a la Fig. 17), como la ubicación del segundo medio de rechazo u otro componente preasignado del sistema láser. Si se incluye un detector de color, la detección de color tiene lugar después de que el detector de sólidos comprueba la presencia de un sólido en una abertura.

El detector de color determina el color de un sólido en una abertura específica, abertura en donde el detector de sólidos identificó la presencia de un sólido. Si el sólido está correctamente coloreado, el detector de color (o el analizador de señal del mismo) genera una señal que indica que se debe disparar un pulso láser al sólido en la abertura especificada. Si el sólido está correctamente coloreado, el detector de color genera una de dos señales: 1) si el sólido tiene dos superficies de colores diferentes y sólo una de esas superficies debe ser perforada, el detector de color genera una señal indicando que no se debe disparar un pulso al sólido y que el medio de rechazo de sólidos debería rechazar el sólido y enviarlo nuevamente al depósito de sólidos, o 2) si el sólido entero es de un sólo color y es el color incorrecto, el detector de color genera una señal indicando que no se debe disparar un pulso láser al sólido y que el sólido debe ser enviado hacia el conducto de sólidos rechazados.

Cuando una abertura que contiene un sólido correctamente coloreado atraviesa la zona de disparo, el dispositivo láser dispara uno o más pulsos al sólido. El/los pulsos/s tiene/n un ancho, intervalo y períodos predeterminados. Luego el sistema determina si un pulso ha sido realmente disparado a un sólido o no en una abertura específica y si hay o no hay otra abertura a donde se debería disparar. Si no se disparó ningún pulso cuando se debería haber disparado, entonces el sólido no perforado es rechazado por el medio de rechazo de sólidos y es enviado nuevamente al depósito de sólidos. Si un pulso fue correctamente disparado, el sólido perforado pasa a través del segundo medio de rechazo de sólidos.

Si el sólido perforado no debe ser inspeccionado, el sistema determina opcionalmente si quedan o no quedan sólidos que deben ser perforados. Si así fuera, el sistema retorna al punto indicado en el diagrama. Si el sólido perforado debe ser inspeccionado, entonces es inspeccionado por el sistema de inspección. Si el sólido perforado es aceptable, es enviado al conducto de sólidos aceptados, si no es aceptable, es enviado al conducto de sólidos rechazados.

Se debe tener en cuenta que el diagrama de la Fig. 15 es apenas un ejemplo del método de funcionamiento del sistema de perforación láser. Representa pasos ejemplares que son realizados mientras un sólido es procesado a través del sistema de perforación láser. Dado que se procesan varios sólidos al mismo tiempo, estos pasos pueden tener lugar simultáneamente o pueden superponerse. Por ejemplo, el sistema determina repetidamente si hay o no hay sólidos adicionales para ser perforados mientras otros sólidos están siendo perforados, rechazados, inspeccionados o aceptados. El paso "¿Hay alguna otra abertura que contiene un sólido?" se muestra con líneas de puntos, dado que puede tener lugar en diversos lugares en el diagrama.

El medio de sincronización coordina el funcionamiento de los diversos componentes del sistema láser conociendo el diferencial de aberturas de cada componente relativo al medio de sincronización, o relativo a cualquier componente asignado a la posición de "referencia". Por ejemplo, la abertura adyacente al medio de sincronización o la abertura directamente debajo del rayo láser en la zona de disparo puede servir como la posición de referencia. Para el siguiente ejemplo, suponemos que la abertura debajo del rayo láser en la zona de disparo es la posición de referencia. Donde "X", "Y", "Z", "n" y "m" son números enteros, el detector de sólidos puede tener un diferencial de abertura de $-X + -n$ desde la zona de disparo, donde un número negativo indica un número de aberturas antes de la posición de referencia. El detector de color puede tener un diferencial de abertura de $-X$ desde la zona de disparo, lo cual significa que el detector de color se encuentra más próximo a la posición de referencia por $|-n|$ (el valor absoluto de n) aberturas. El segundo medio de rechazo de sólidos puede tener un diferencial de abertura de Y desde la posición de referencia, lo cual significa que está ubicado después, o por debajo de la posición de referencia. El sistema de inspección puede tener un diferencial de abertura de $Y + m$ desde la zona de disparo, lo cual significa que la inspección se encuentra mucho más lejos de la posición de referencia que el medio de rechazo de sólidos por m aberturas. La zona de disparo puede tener un diferencial de abertura de Z desde el sincronizador. Dado que los diversos componentes del sistema se encuentran alejados unos de otros por un número predeterminado de aberturas, algunos de los pasos que se muestran

en la Fig. 15 tendrán lugar de manera superpuesta pero alejados respecto de un número determinado de aberturas y los respectivos sólidos dentro de las mismas. Por ejemplo, mientras que se está evaluando el color de un sólido en la abertura “-X”, se está disparando a un sólido en la zona de disparo (“abertura 0”), se está determinando la presencia de un sólido en la abertura “-X + -n”, un sólido no perforado en la abertura “Y” está siendo rechazado, y un sólido perforado en la abertura “Y+m” está siendo enviado al conducto de entrega. El sistema láser puede utilizar ordenadores con distintas cantidades y tamaños de aberturas. Sólo es necesario que cada componente que deba ser sincronizado con el medio de sincronización tenga un diferencial de abertura conocido y fijo con respecto a la posición de referencia durante el funcionamiento del sistema de perforación láser.

El medio de sincronización también puede determinar la velocidad del ordenador de modo que el movimiento del espejo oscilador en el recorrido del rayo láser oscile en sincronización con el ordenador. Por ejemplo, si el medio de sincronización determina que el ordenador está girando a una velocidad de 20 aberturas por segundo, entonces envía una señal al controlador del motor del dispositivo de seguimiento para que el espejo oscilador se desplace a una velocidad de 20 ciclos (una oscilación hacia delante y una hacia atrás) por segundo.

La posición de referencia (PR) es el segundo medio de rechazo, es decir, la apertura ubicada en la parte del fondo o pared lateral del equipo de contención de sólidos que se encuentra adyacente al segundo medio de rechazo. El detector de sólidos, el detector de color y la zona de disparo del láser tienen entonces un diferencial de abertura de -Z, -Y y -X, respectivamente. Por ejemplo, si la posición de referencia es “0”, entonces los diferenciales de abertura pueden ser -11, -9, y -5 respectivamente. Los diferenciales de abertura realmente utilizados pueden ser cualquier número entero. No obstante es necesario que el diferencial de abertura no cambie durante el funcionamiento del sistema, es decir, durante la perforación de un lote de sólidos. La Fig. 17 muestra un ejemplo de una distribución de los componentes en relación con sus respectivos diferenciales de abertura. El ordenador (150) incluye varias aberturas (158) y divisiones de aberturas (159). Las zonas para los componentes están indicadas en líneas de puntos. El segundo medio de rechazo (151) es la posición de referencia (PR) para este ejemplo. La zona de inspección (152) tiene lugar en PR menos tres aberturas, es decir tiene un diferencial de abertura de PR-3. Si bien se muestra con un diferencial de abertura de PR-3, la zona de inspección (152) puede tener un efecto positivo, por ejemplo, PR+n, como PR+1 a PR+4, lo cual significa que la zona de inspección puede estar ubicada después (hacia abajo) del segundo medio de rechazo. La zona de disparo (153) tiene lugar en PR menos 5 aberturas, es decir, tiene un diferencial de abertura de PR-5. La zona de detección de color (154) tiene lugar en PR menos nueve aberturas, es decir que tiene un diferencial de abertura de PR-9. La zona de detección de sólidos (155) tiene lugar en PR menos once aberturas, es decir que tiene un diferencial de abertura de PR-11. El medio de sincronización (156) tiene lugar en PR más ocho aberturas, es decir que tiene un diferencial de abertura de PR+8. La zona de entrega de sólidos (157) tiene lugar en PR más tres a cinco aberturas, es decir que tiene un diferencial de abertura de PR+(3 a 5). El primer medio de rechazo de sólidos (160) tiene un diferencial de abertura de PR-12 o más, lo cual significa que se encuentra más lejos de la posición de referencia que la zona de detección de sólidos. En este caso, cada zona, con excepción de la zona de entrega de sólidos, está simultáneamente alineada con el centro radial y angular de su respectiva abertura.

Dado que el ordenador puede ser intercambiable, los ordenadores pueden tener distintos tamaños de abertura. Por lo tanto, los ordenadores pueden tener distintos diferenciales de abertura deseados para los componentes. En consecuencia, los ordenadores pueden tener distintos diferenciales de abertura a los descritos en la presente. Alternativamente, el sistema de perforación láser puede ser diseñado de manera que utilice un diferencial de abertura fijo predeterminado para cada componente, independientemente de la cantidad de aberturas que tenga un ordenador. Por ejemplo, el diferencial de abertura de cada componente puede permanecer igual aunque un ordenador con 100 aberturas sea reemplazado por uno con 90 aberturas. Sólo es necesario que los diversos componentes se encuentren simultáneamente alineados con sus respectivas aberturas, como se describe más arriba, durante el funcionamiento y la configuración inicial del sistema y para que las respectivas posiciones de los componentes permanezcan fijas durante el funcionamiento. En otras palabras, cada componente o zona presente tendrá una abertura debajo o dentro de sí al mismo tiempo que los otros componentes o zonas presentes tendrán una abertura debajo o dentro de sí. Aún más, cuando el ordenador se encuentre detenido y una abertura se encuentre dentro de la zona de detección del medio de sincronización, entonces también estará presente una abertura en el área de detección o acción de las otras zonas o componentes. Es preferible que cada componente se ubique en forma alineada con el centro angular y opcionalmente radial de su respectiva abertura.

Si bien la velocidad del ordenador es inicialmente configurada para producir una cantidad aproximada predeterminada de producto, el medio de sincronización determina reiteradamente la velocidad del ordenador durante su funcionamiento para mantener todos los componentes en sincronización. De esta manera, puede hacerse que el espejo oscilador del láser oscile en sincronización con las aberturas del ordenador según sea necesario.

Cuando se utiliza el sistema de inspección que emplea una cámara de inspección, el diagrama lógico de la Fig. 16, o uno equivalente, puede ser utilizado para integrar el sistema de validación de proceso con el sistema de control. Al comienzo de la operación, se verifica que todos los componentes se encuentren listos y son accionados. Los componentes son ubicados en sus posiciones deseadas de diferencial de abertura y son alineados con sus respectivas aberturas. A continuación, el sincronizador determina la velocidad del ordenador y los componentes son sincronizados. El sistema de control espera una señal que confirma que los componentes se encuentran sincronizados. Una vez sincronizados, la cámara de inspección capta una imagen electrónica de un sólido en una abertura en la zona de inspección. Un analizador analiza la imagen electrónica y la compara a las imágenes de referencia. Si la imagen captada coincide con la imagen de referencia del fondo (imagen de una abertura que no contiene sólidos en su interior), se genera una señal

que indica que se ha detectado una abertura vacía y el sistema espera la próxima señal de sincronización. Si la imagen captada no coincide con la imagen de referencia del fondo, el analizador compara la imagen captada con la imagen de referencia estándar de "color" (imagen de un sólido correctamente coloreado). Si la imagen captada no coincide con la imagen de referencia estándar, el analizador determinará si el proceso de producción es o no es un "proceso bicolor", es decir un proceso en el cual se perforan sólidos con superficies de dos colores distintos. A continuación, si no se trata de un proceso bicolor, el analizador determinará si se ha perforado o no una cavidad en el sólido. Si no la ha perforado, el analizador indicará, por ejemplo, que el sólido es un "sólido no perforado de color incorrecto" y enviará una señal para enviar el sólido al conducto de sólidos rechazados. Si la ha perforado, el analizador indicará, por ejemplo, que el sólido es un "sólido perforado de color incorrecto" y enviará una señal para enviar el sólido al conducto de sólidos rechazados. Si el proceso es un proceso bicolor, el analizador indicará, por ejemplo, que el sólido es un "sólido incorrectamente coloreado" y enviará una señal para descartar el sólido.

Si la imagen captada coincide con la imagen de referencia estándar de color, el analizador determina si una cavidad ha sido perforada o no en un sólido comparando la imagen captada con una imagen de referencia estándar de "un sólido perforado" (imagen de un sólido correctamente coloreado y perforado). Si la imagen captada no coincide con la imagen de referencia estándar de un sólido perforado, el analizador indicará, por ejemplo, que el sólido es un "sólido no perforado" y generará una señal para descartar el sólido. Si la imagen captada coincide con la imagen de referencia estándar de un sólido perforado, el analizador determinará si la cavidad es de calidad aceptable o no. En caso de que no lo sea, el analizador indicará, por ejemplo, que el sólido es un "sólido con cavidad inaceptable" y enviará una señal para descartar el sólido. En caso de que sea aceptable, el analizador indicará, por ejemplo, que el sólido es un "sólido correctamente perforado y coloreado" y enviará una señal para enviar el sólido al conducto de sólidos aceptados. En cualquier momento del proceso, la operación puede ser interrumpida por un operador. Cada vez que se descarta un sólido, la cuenta de sólidos rechazados sumará uno. De la misma manera, cada vez que un sólido es finalmente aceptado, la cuenta de sólidos aceptados sumará uno. Después de recibir una señal para descartar o aceptar un sólido, el sistema de control esperará una señal de sincronización.

Dado que el equipo se encuentra opcionalmente equipado con un conducto automático de carga de sólidos y un medio automático de separación de sólidos, el sistema de perforación láser puede ser operado en forma continua. Alternativamente, el sistema puede ser operado específicamente para un lote, en cuyo caso el depósito de sólidos se carga con una cantidad fija de sólidos, que son cargados, perforados y entregados antes de recargar el depósito de sólidos. El sistema también puede ser operado en forma semicontinua, ya sea cargando o entregando sólidos específicamente para un lote, mientras entrega o carga sólidos, respectivamente, en forma continua.

Mientras que el ordenador de sólidos continuo ejemplificado en la presente incluye un único miembro giratorio que incluye una cantidad fija de aberturas o receptáculos que reciben sólidos, un ordenador de sólidos continuo puede incluir varios ordenadores giratorios o compuestos por una cadena o cinta de múltiples aberturas.

Según se utiliza en el presente, el término "sensible a una señal" significa que un componente llevará a cabo una acción o proceso en respuesta a una señal directa o indirecta recibida de otro componente.

Según se utiliza en el presente, el término "en sincronización con" significa que el funcionamiento del componente al cual se hace referencia está sincronizado con el funcionamiento de otro componente predeterminado (generalmente el medio de sincronización) del sistema de perforación láser. Cuando se encuentren sincronizados, los componentes del sistema de perforación láser, realizarán las operaciones especificadas para cada uno de ellos en aberturas especificadas, según las condiciones en que se encuentren dichas aberturas. El medio de sincronización generalmente incluye un sensor óptico que detecta las aberturas a medida que pasan. El medio de sincronización también determina la velocidad del ordenador. La rampa de entrada del dispositivo de seguimiento, el reloj de registro de desplazamiento, el pulsador del láser y el software de inspección del sistema generalmente se sincronizarán con la señal de sincronización generada por el medio de sincronización.

El sistema de inspección electrónico de la invención es un "medio de validación del proceso", dado que valida el rendimiento del sistema de perforación láser o de uno o más de los componentes individuales que componen el sistema de perforación láser. Como tal, el sistema de validación del proceso puede generar un informe electrónico, almacenado, desplegado y/o impreso que pueda ser visualizado por un operador. El informe de validación de proceso contiene, por ejemplo, información respecto del funcionamiento, la cantidad de sólidos rechazados, la cantidad de sólidos aceptados, y las razones por las cuales los sólidos son rechazados.

La Fig. 18 muestra una sección parcial de una elevación de la parte frontal de los conductos y del espejo oscilador del sistema de perforación láser. El dispositivo de perforación láser (21) emite un pulso láser (172) dentro de un primer conducto en la dirección de un espejo oscilador (170) que es oscilado en el sentido de la flecha (O) por el motor de un dispositivo de seguimiento (171). El pulso láser se refleja en el espejo hacia un segundo conducto hacia el recubrimiento (37) y la zona de disparo (153, Fig. 17). Durante el disparo de un pulso láser el espejo se inclina de manera tal que el rayo láser se traslada de una primera posición (172a, Fig. 11) a una segunda posición (172b, Fig. 11). En efecto, el rayo láser en sincronización con las aberturas del ordenador (preferiblemente en sincronización con los centros radiales y angulares de las aberturas), sigue el movimiento de las aberturas y los respectivos sólidos que se encuentran dentro de las mismas. Después de que un pulso es disparado, el espejo se inclina nuevamente a su posición inicial preparándose para recibir otro pulso. La inclinación hacia delante y hacia atrás del espejo es considerada como un sólo ciclo. Cuando el dispositivo de perforación láser y el espejo oscilador están sincronizados con el ordenador, el

ES 2 330 776 T3

segundo medio de rechazo, el detector de sólidos y con el medio de sincronización, tiene lugar un ciclo de oscilación para cada abertura y/o sólido que atraviesa la zona de disparo. Por lo tanto, una velocidad de ordenador de 30 aberturas por segundo se corresponde con una velocidad de espejo oscilador de 30 ciclos de oscilación por segundo.

5 Los ejemplos incluidos en la presente no deben ser considerados como ejemplos exhaustivos sino como ejemplos meramente ilustrativos de solamente algunas de las realizaciones contempladas por la presente invención tal y como se define en las reivindicaciones. Los métodos descritos en la presente pueden ser adoptados para preparar y operar un sistema de perforación láser de acuerdo con la invención.

10 Lo que antecede es una descripción detallada de realizaciones específicas de la invención. Se admite que se podrán realizar desviaciones respecto de las realizaciones descritas dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas y que a aquellas personas expertas en la técnica se les ocurrirán modificaciones obvias.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de perforación láser (20) que comprende:

- a) un dispositivo láser (21) que envía un rayo láser pulsátil a una zona de disparo (30);
- b) un equipo de manipulación de sólidos (25) compuesto por:
- c) un ordenador continuo de sólidos (69) compuesto por varias aberturas (68) para recepción de sólidos **caracterizado** porque dicho sistema de perforación láser incluye, además:
- d) un primer depósito de sólidos (27) que incluye un detector de capacidad (38);
- e) un medio de carga de sólidos (43) adaptado para conducir sólidos (1, 10, 15) desde el segundo depósito de sólidos al primero depósito de sólidos (27); en el que el medio de carga de sólidos (43) incluye un controlador de flujo sensible a una señal del detector de capacidad (38); y
- f) una zona de entrega de sólidos (32),
en el que el ordenador (69) transporta un sólido (1, 10, 15) desde el depósito de sólidos (27) a través de la zona de disparo (30) a una zona de entrega (32), y el dispositivo láser (21), en sincronización con el ordenador de sólidos (69), perfora uno o más orificios o cavidades (4, 5, 11, 12, 16) en la superficie del sólido (1, 10, 15).
- g) un dispositivo de inspección electrónica (41) dirigido a una zona de inspección (31) entre la zona de fuego (30) y la zona de entrega (32), en el que el dispositivo de inspección electrónica (41) determina la presencia de un orificio o cavidad (4, 5, 11, 12, 16), la ubicación de un orificio o cavidad (4, 5, 11, 12, 16), el número de orificios o cavidades (4, 5, 11, 12, 16) y/o la forma de un orificio o cavidad (4, 5, 11, 12, 16) perforado en la superficie del sólido (1, 10, 15) y/o determina el color del sólido (1, 10, 15); y
- h) un medio de separación de sólidos (51) en la zona de entrega (32) y sensible a una señal del dispositivo de inspección, en el que el medio de separación de sólidos (51) dirige los sólidos aceptados (1, 10, 15) hacia una zona de sólidos aceptados (53) y los sólidos rechazados hacia una zona de sólidos rechazados (52).

2. El sistema de perforación láser (20) de la reivindicación 1, que además comprende:

- a) un sincronizador (145) que genera una señal de sincronización utilizada para sincronizar el funcionamiento de múltiples componentes del aparato láser, en el que los componentes son sincronizados por medio de un diferencial de abertura.

3. El sistema de perforación láser (20) de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de inspección electrónica (41), que además comprende:

- a) un monitor para visualizar imágenes electrónicas capturadas por el dispositivo de inspección electrónica.

4. El sistema de perforación láser (20) de la reivindicación 3, que además comprende:

- a) uno o más ordenadores que controlan una parte del funcionamiento del sistema de perforación láser (20) de manera que el funcionamiento del sistema (20) es controlado por ordenador y por un operario.

5. El sistema de perforación láser (20) de la reivindicación 1 que incluye medios de detección redundantes, en el que un primer medio de detección redundante está colocado entre la zona de fuego (30) y el depósito de sólidos (27) y el segundo medio de detección redundante está colocado entre la zona de fuego (30) y la zona de entrega de sólidos (32).

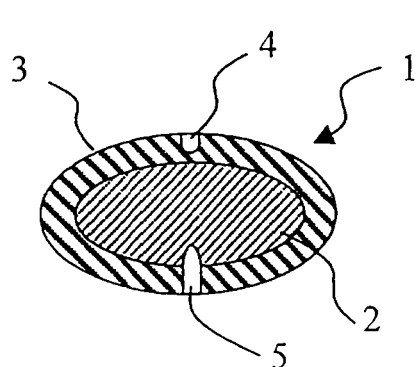


FIG. 1a

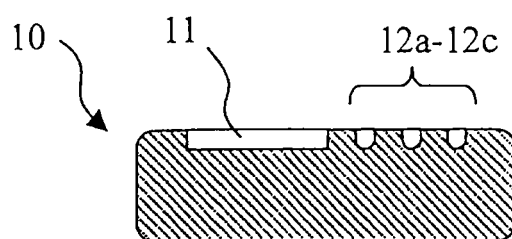


FIG. 1b

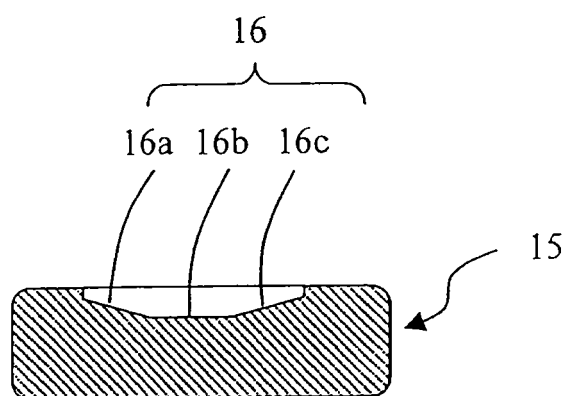


FIG. 1c

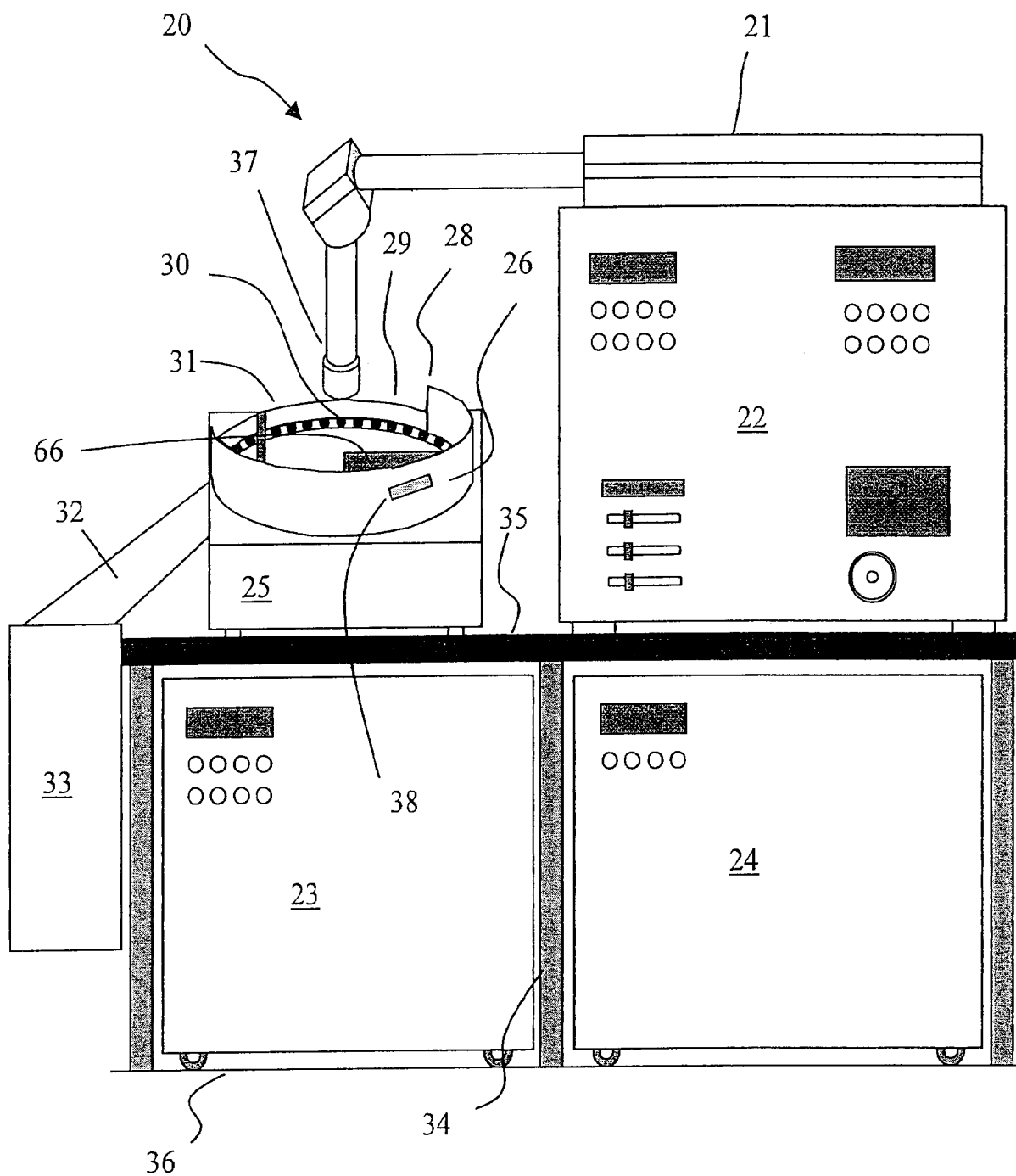


FIG. 2

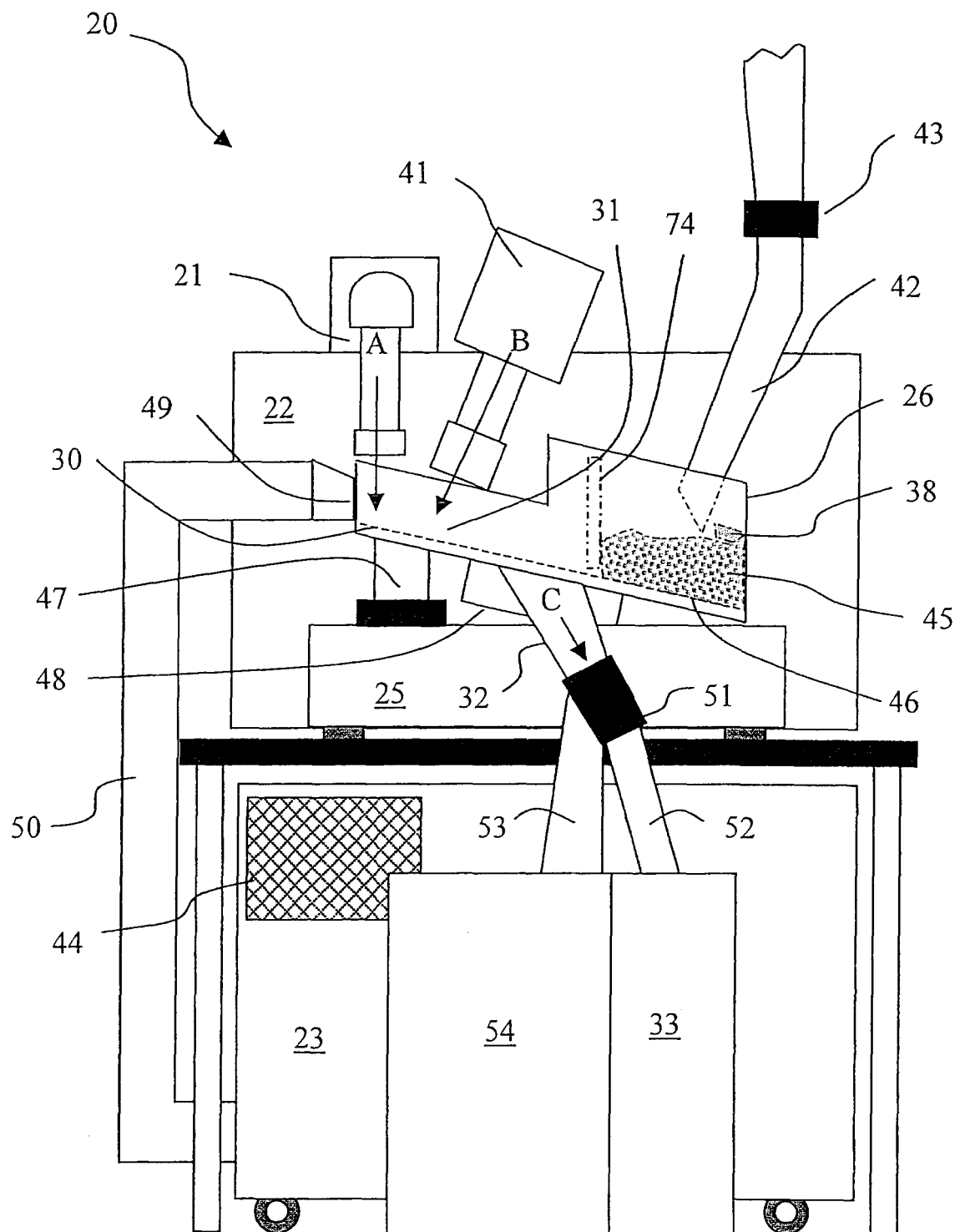


FIG. 3

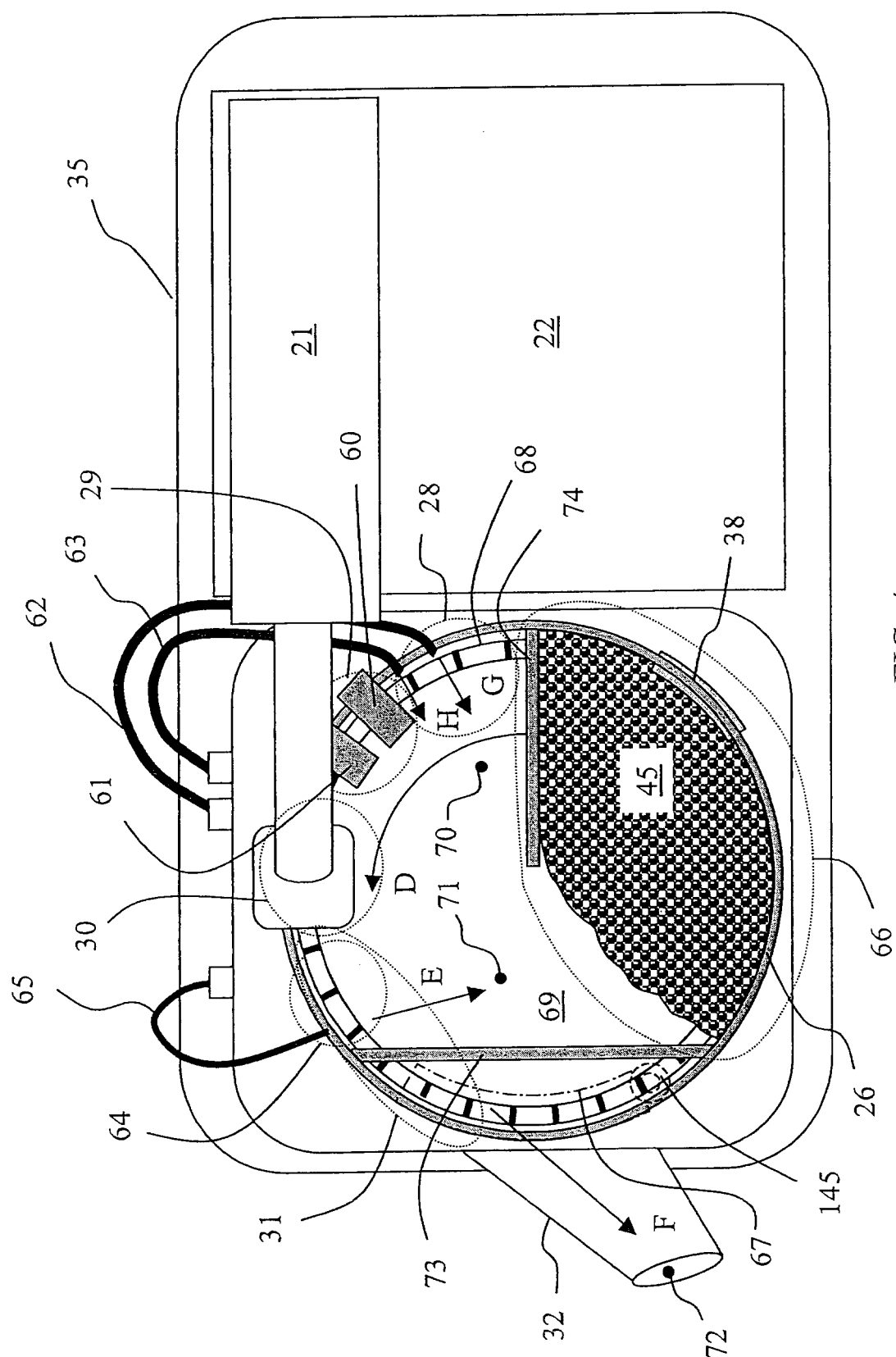


FIG. 4

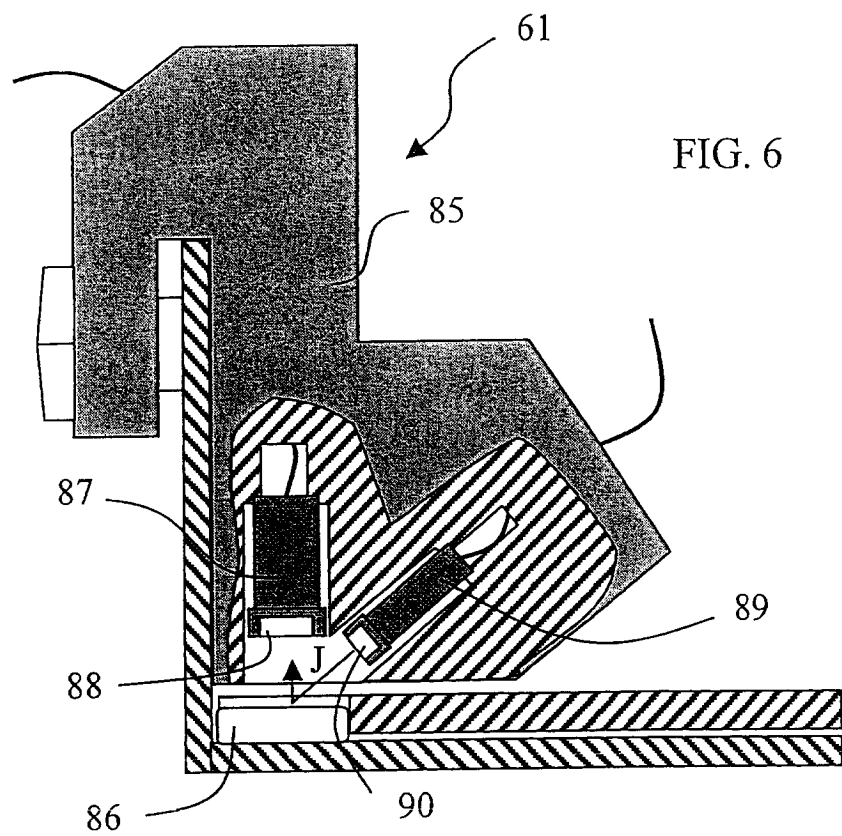
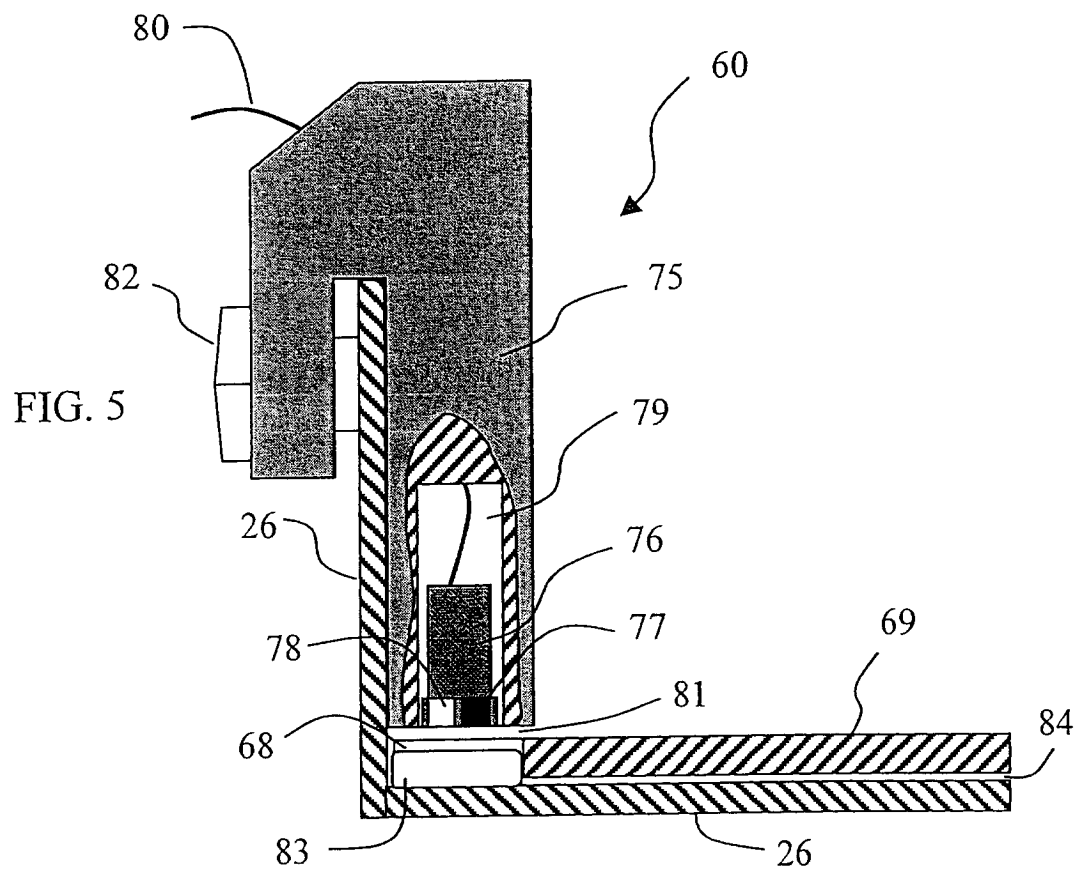


FIG. 7

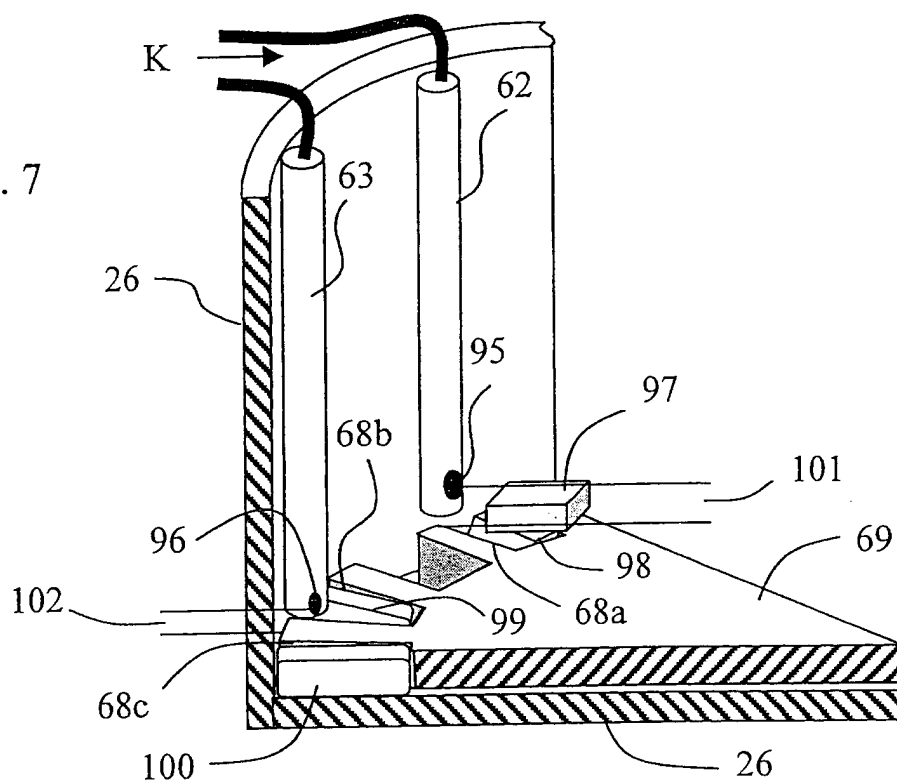
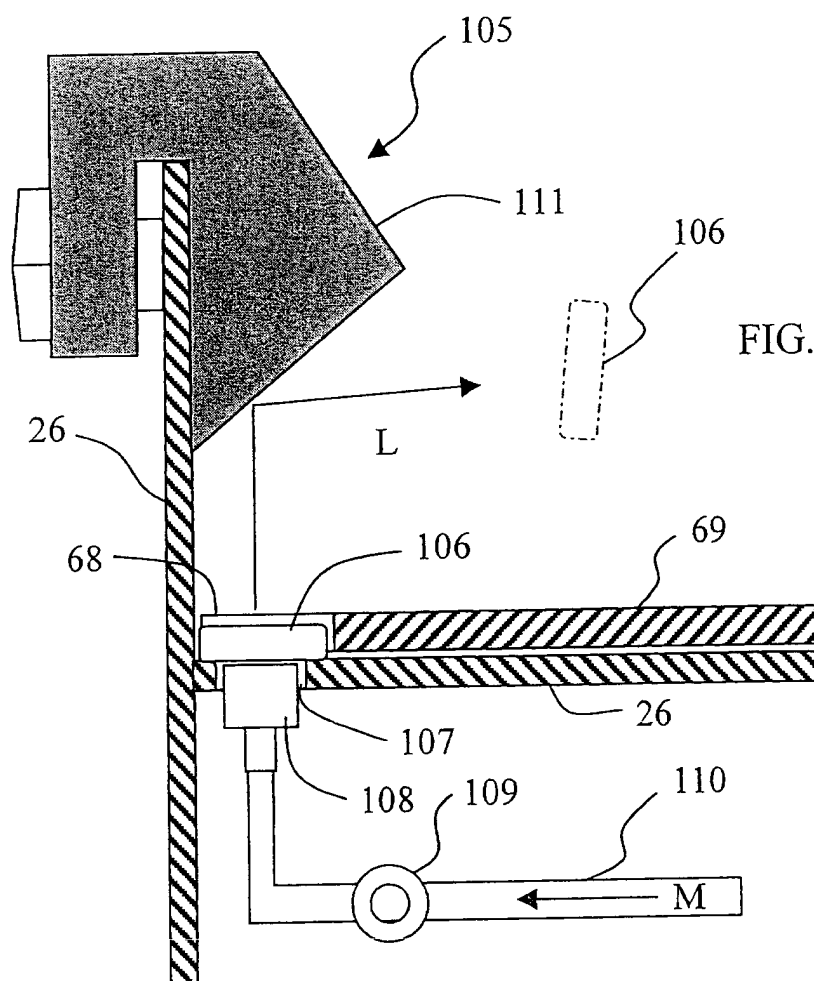
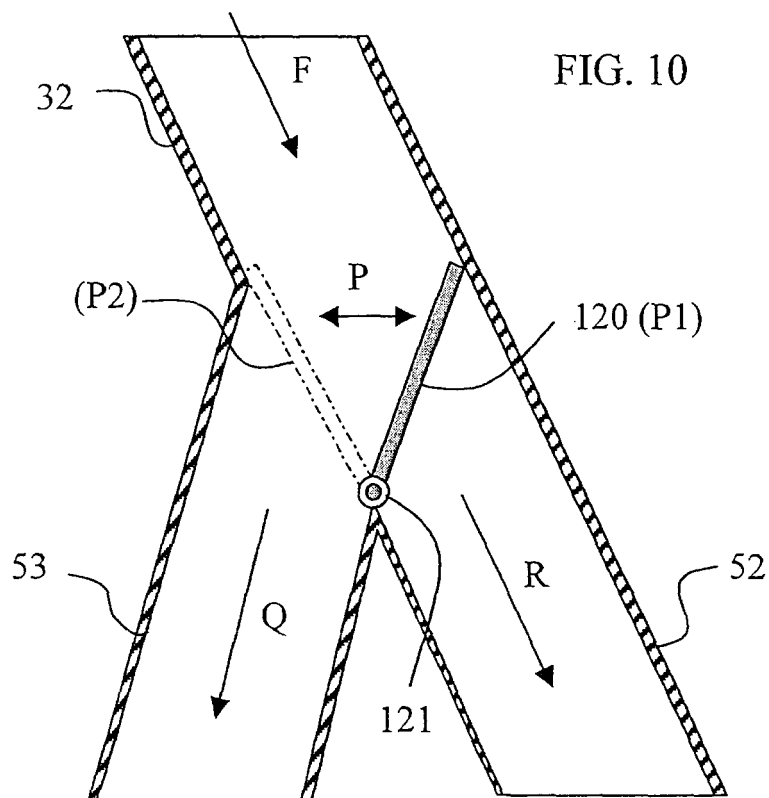
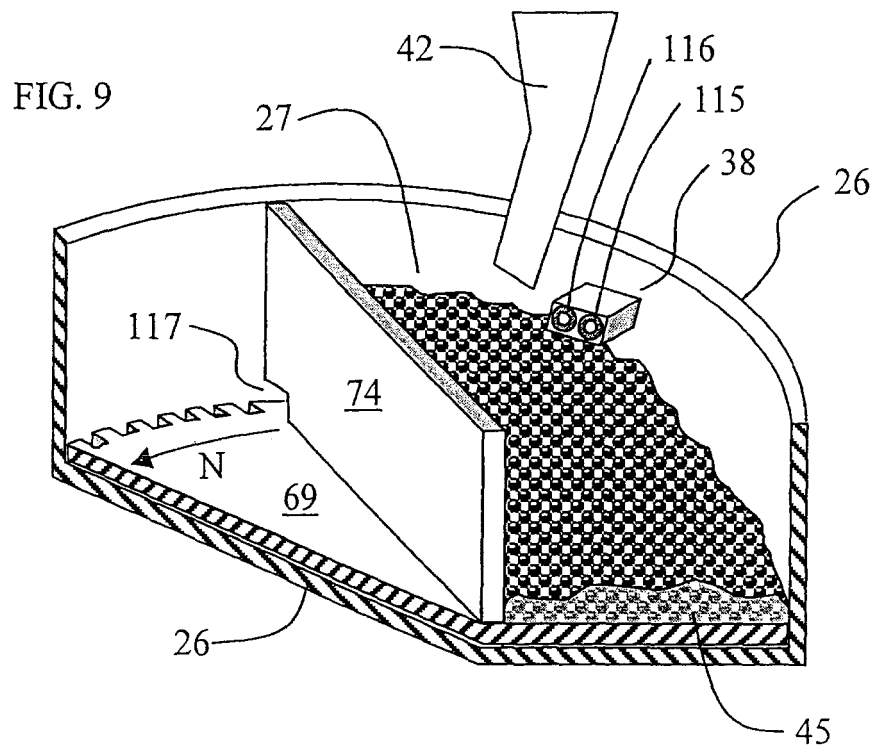


FIG. 8





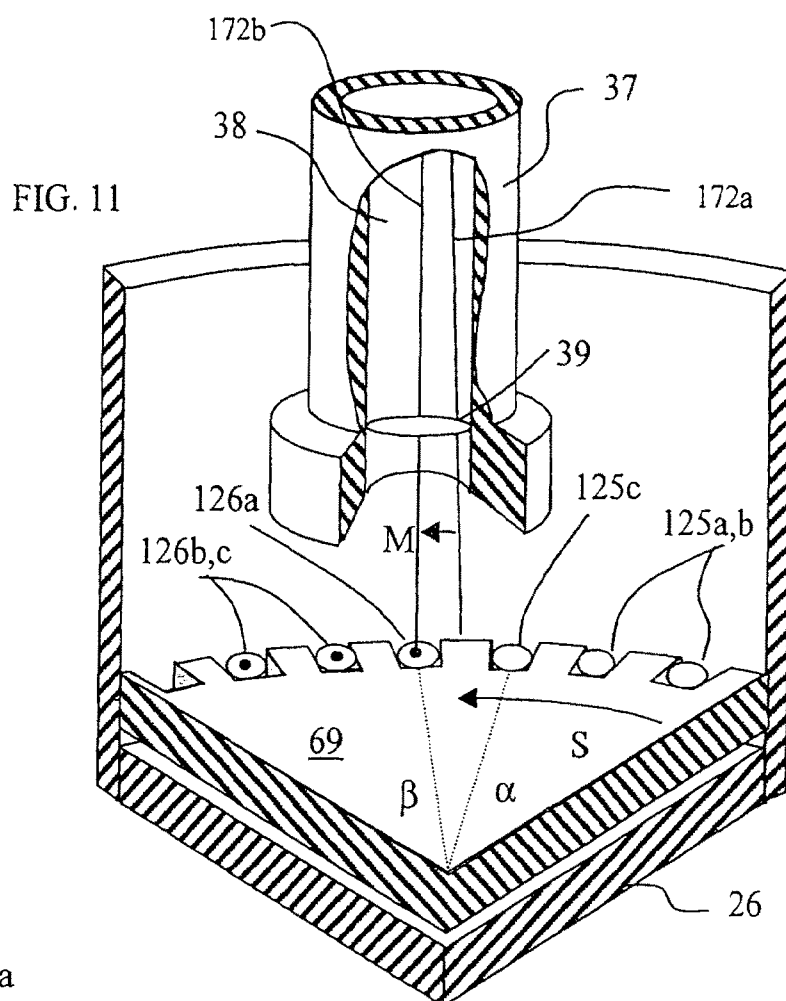
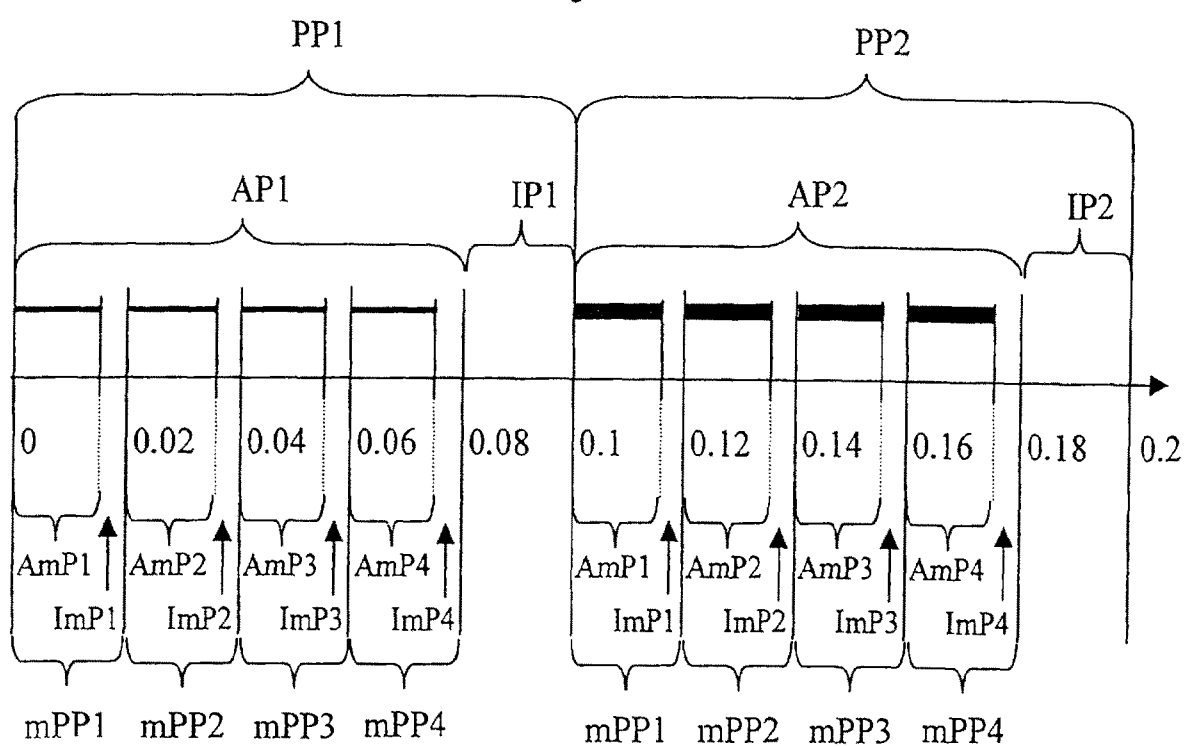


FIG. 12a



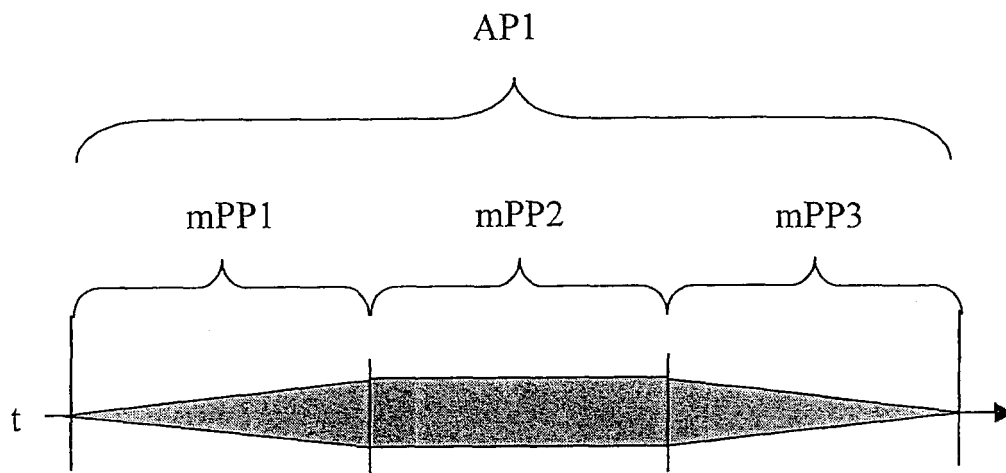
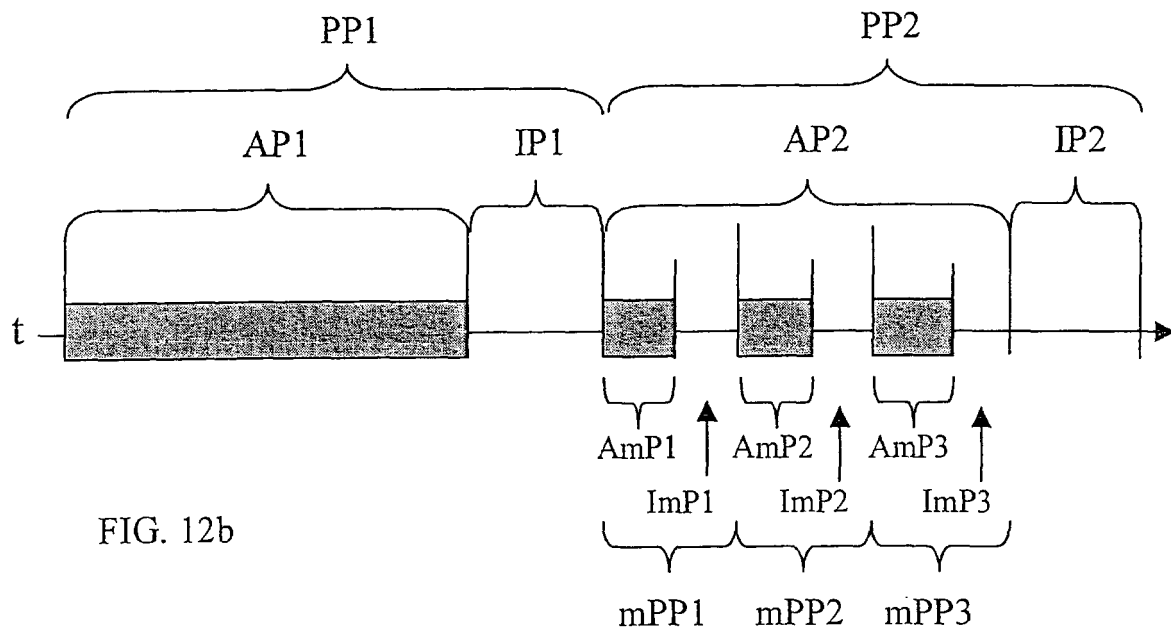


FIG. 13a

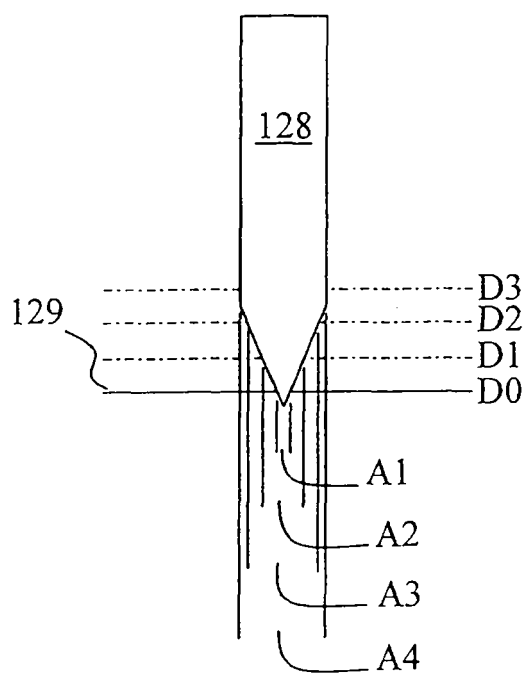


FIG. 13b

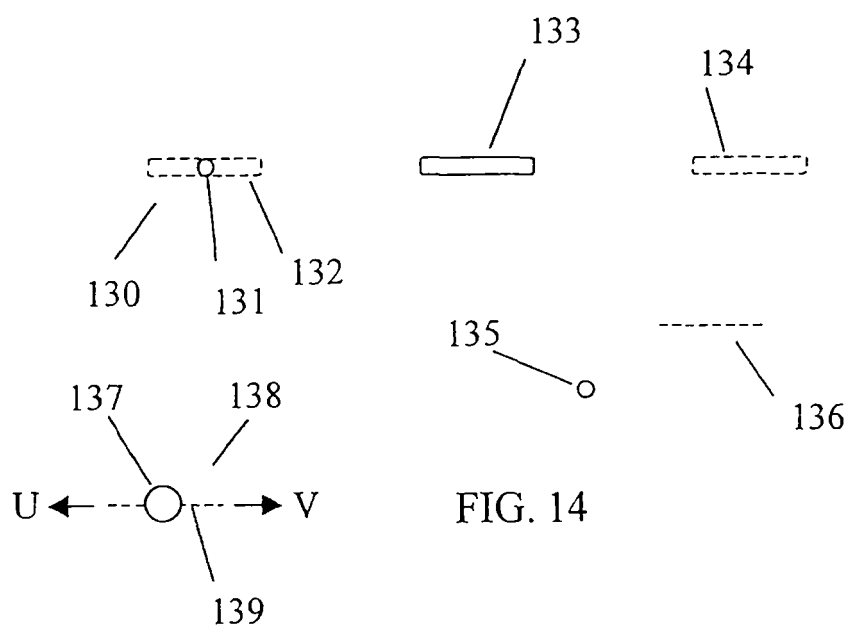
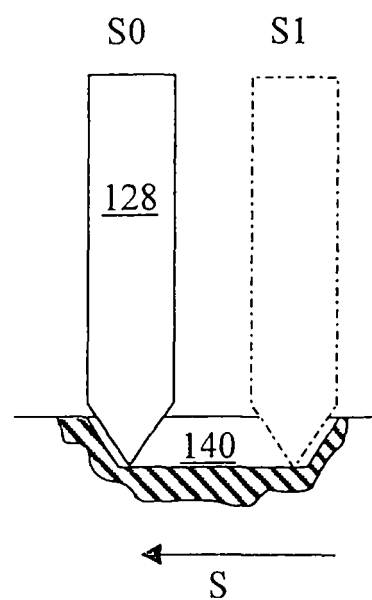


FIG. 14

FIG. 15

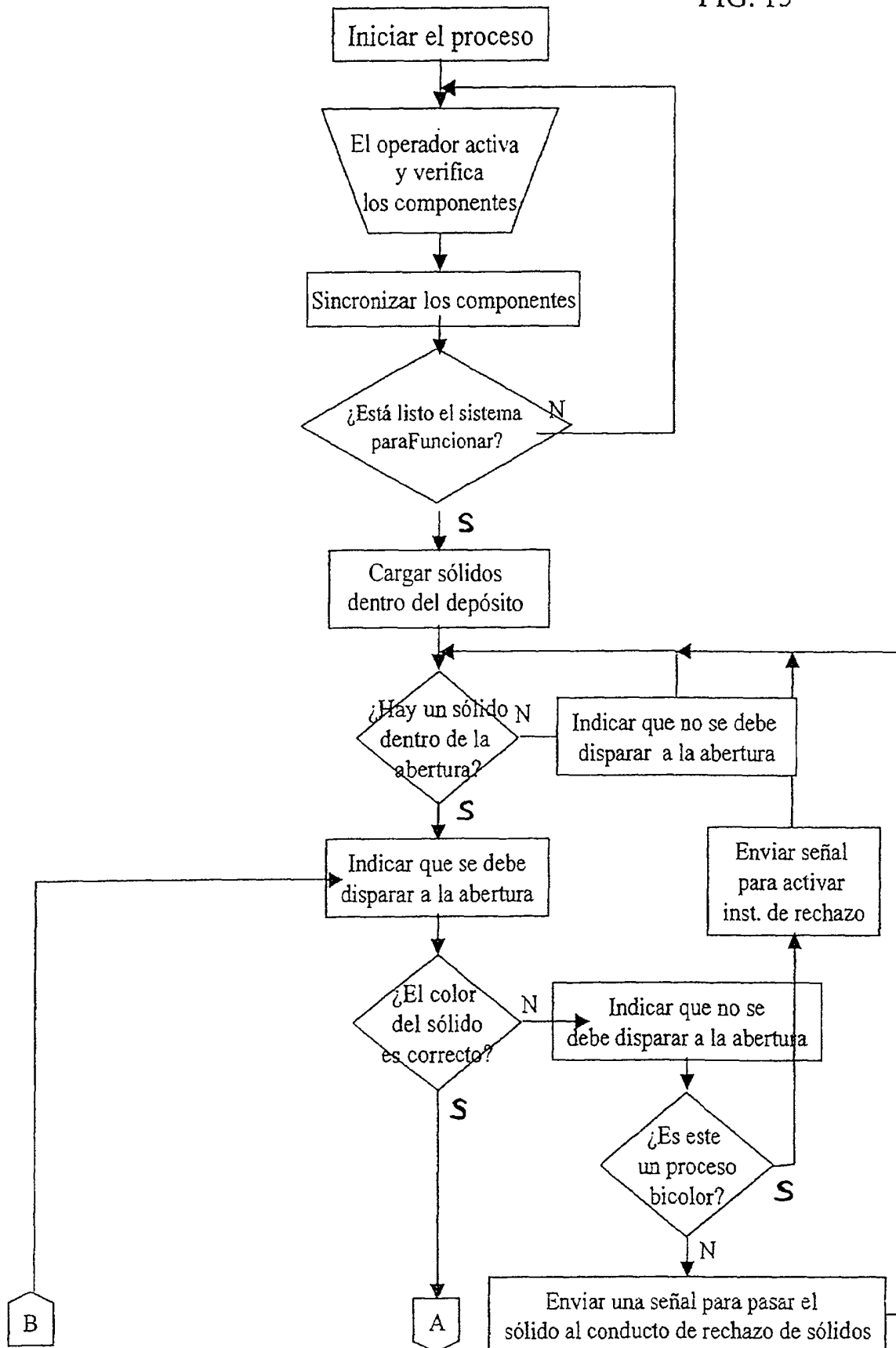


FIG. 15 continuación

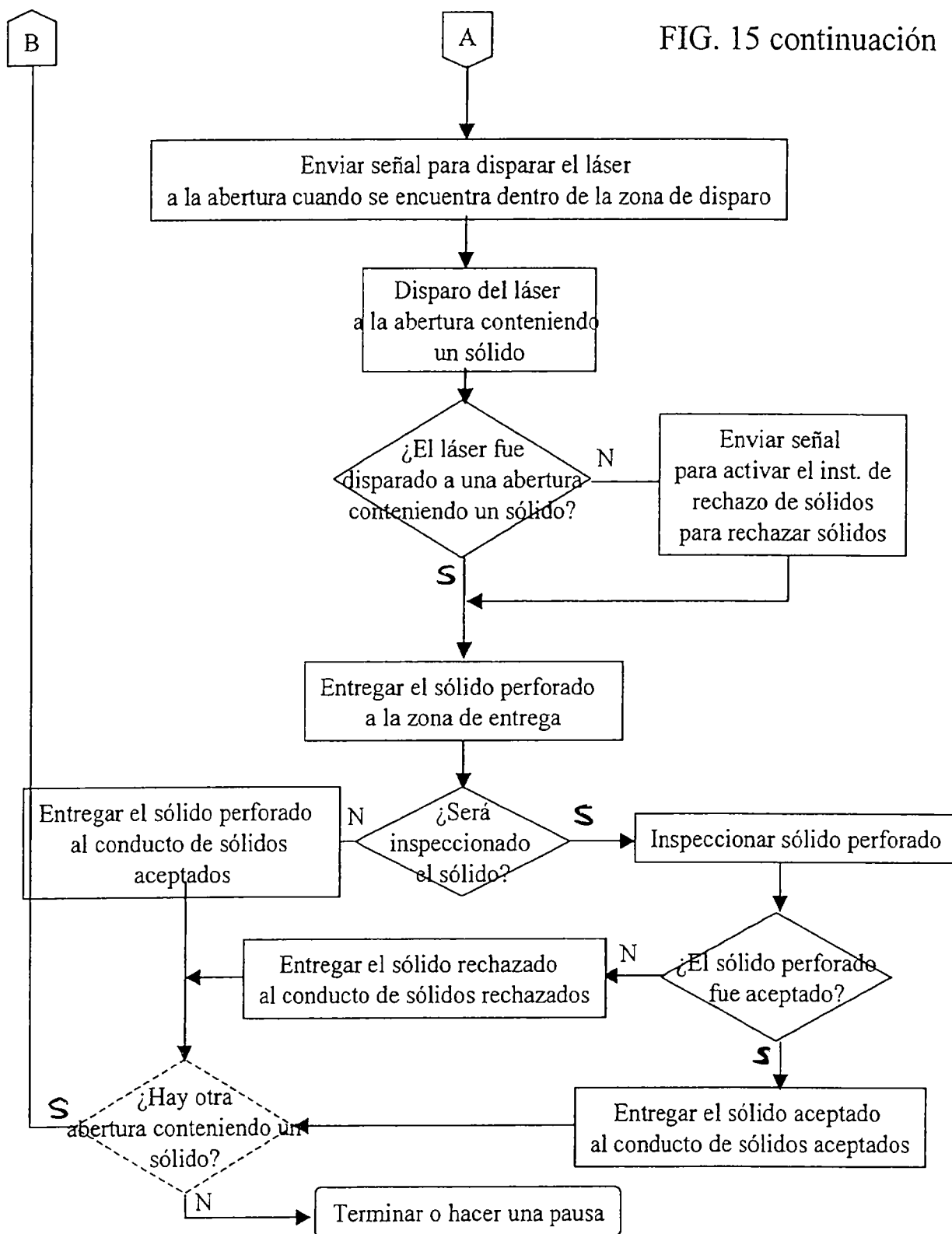


FIG. 16

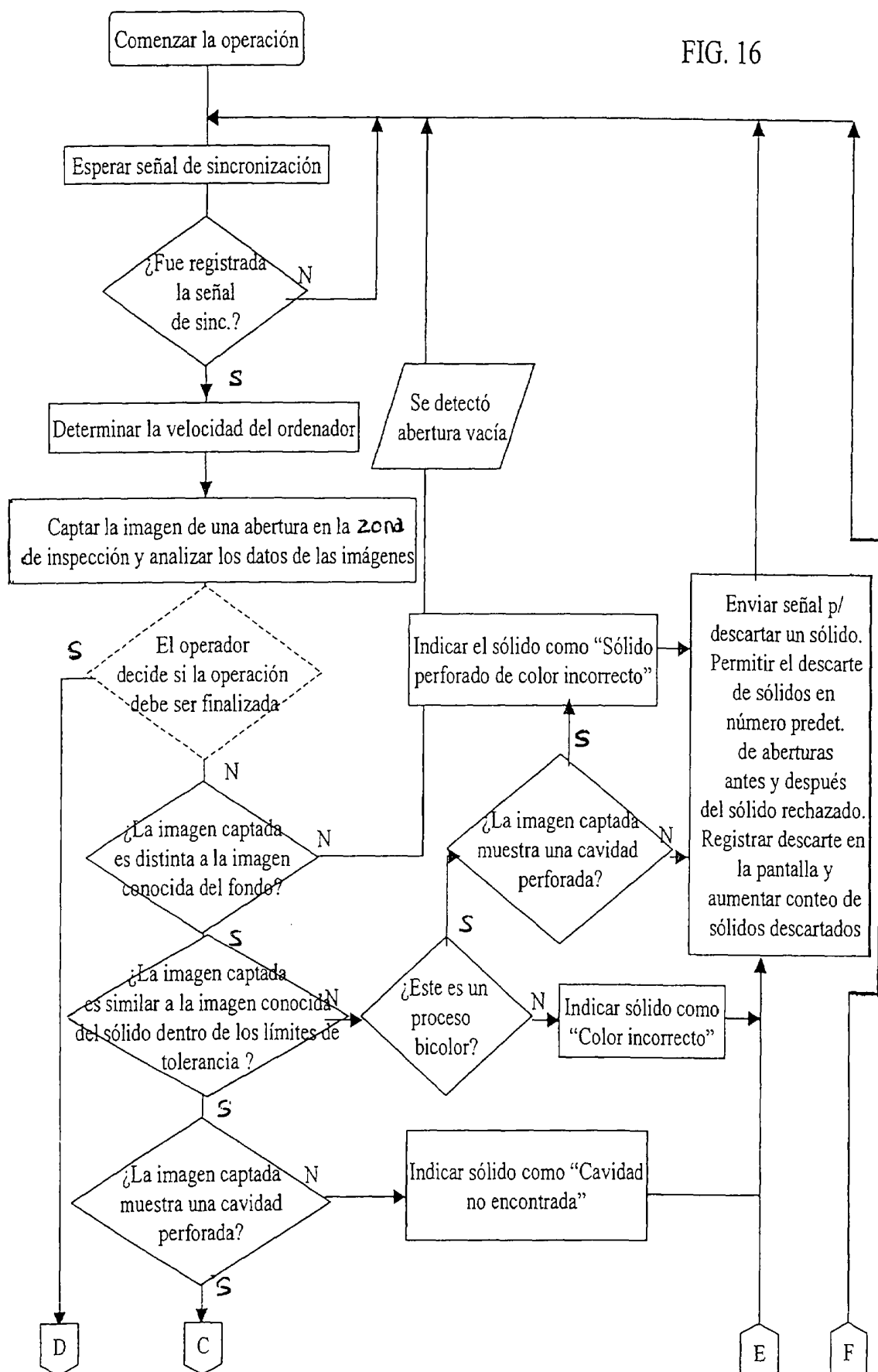


FIG. 16 (Continuación)

