



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 350 808**

⑤1 Int. Cl.:
G01N 15/06 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **08021690 .6**

⑨6 Fecha de presentación : **11.12.2001**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **2040056**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **25.03.2009**

⑤4 Título: **Sistema de detección óptica de burbujas.**

③0 Prioridad: **16.04.2001 US 836840**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.01.2011

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.01.2011

⑦3 Titular/es: **ZEVEY INCORPORATED**
4314 Zevex Park Lane
Salt Lake City, Utah 84123, US

⑦2 Inventor/es: **Malmstrom, James, A.;**
Beck, Kent, F. y
Miles, Scott, D.

⑦4 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 350 808 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).

Sistema de detección óptica de burbujas

Descripción

5 Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

La presente invención se refiere a sistemas para administrar soluciones a pacientes de tal manera que se reduzca el riesgo de que burbujas de aire sean provistas de
10 forma inadvertida al paciente. Más específicamente, la presente invención se refiere a un sistema para detectar ópticamente burbujas en una solución que está siendo provista a un paciente.

2. Estado de la técnica

15 Los sistemas de alimentación parenteral y enteral se utilizan para proporcionar soluciones a los pacientes. En los sistemas parenterales, las soluciones tales como soluciones salinas equilibradas son administradas al sistema circulatorio del paciente. Los sistemas de alimentación
20 enteral están provistos para pacientes los cuales, por una razón u otra, son incapaces de comer ellos solos.

Una preocupación común con ambos sistemas de alimentación parenteral y enteral es que resulta indeseable que grandes cantidades de aire sean provistas con la
25 solución. En los sistemas enterales, el aire excesivo puede irritar el sistema digestivo del paciente y complicar otras condiciones médicas. Adicionalmente, el aire puede producir

cálculos volumétricos imprecisos de la bomba de alimentación enteral.

En las aplicaciones parenterales, el riesgo puede ser mucho mayor. Mientras el aire en una línea de instilación
5 parenteral es indeseable, grandes cantidades de aire pueden causar problemas serios en el sistema vascular. En casos extremos, un aire excesivo puede causar incluso la muerte del paciente. Por lo tanto, en la aplicación parenteral resulta crítico que no sea distribuido aire al sistema vascular del
10 paciente.

Además de las preocupaciones sobre la salud relativas al aire que se libera dentro del cuerpo del paciente, la presencia de aire en el tubo de alimentación parenteral o enteral también significa que no está siendo distribuida al
15 paciente la solución deseada. Cada centímetro cúbico de aire es un centímetro cúbico de solución de alimentación o de medicación enteral que no está siendo administrada al paciente. Sin poder ser capaz de detectar la cantidad de aire que pasa a través del sistema, el sistema es incapaz de
20 determinar con precisión la cantidad real de solución que ha sido distribuida al paciente. Durante un período de tiempo prolongado, incluso modestas cantidades de aire que pasan a través del sistema pueden causar disparidades significantes en la cantidad de solución que el sistema indica que va a ser
25 distribuida y la cantidad real distribuida.

Existen numerosos mecanismos disponibles para detectar el aire en un líquido que pasa a través de un tubo. Muchos de estos mecanismos proporcionan una precisión marginal o son

complejos de utilizar. Otros, mientras relativamente precisos, requieren considerablemente más potencia de arrastre de la que es necesaria. Todavía otros detectores de aire no proporcionan una verificación de la integridad inherente para evitar el fallo del sensor de que proporcione
5 información errónea con respecto al aire en el conducto.

El documento US 5,672,887 de Shaw y otros describe un conducto formado por un tubo en forma de prisma y describe el paso de luz a través del conducto para detectar la presencia
10 de aire o solución salina.

Mientras todos los anteriores no son ventajosos, una desventaja principal de la mayor parte de los detectores de aire que se utilizan en las bombas de alimentación enteral y similares es el coste. La mayor parte de las formas de
15 alimentación enteral utilizan sensores ultrasónicos para verificar las burbujas. Tales sensores, sin embargo, pueden costar cincuenta veces o más el coste de un sensor óptico.

Por lo tanto, existe la necesidad de un sensor mejorado para determinar la presencia de burbujas, que sea menos caro
20 y que sea fácil de funcionar.

Resumen de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar un sensor mejorado para detectar burbujas en un conducto.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un
25 sensor de tal tipo que sea fácil de fabricar y de utilizar.

Es todavía otro objeto de la presente invención proporcionar un sensor de tal tipo que utilice la refracción

de la luz para determinar la presencia de aire en el interior del conducto.

Es aún otro objeto de la presente invención proporcionar un sensor óptico de tal tipo que sea
5 relativamente barato.

Los objetos anteriores y otros de la invención se realizan en las formas de realización específicas ilustradas de un sistema de detección óptica de aire y líquido el cual utiliza una celda de muestra. La celda de muestra tiene un
10 par de paredes laterales las cuales refractan la luz dentro del líquido en el conducto en un ángulo tal que la luz pasa fuera de la celda de muestra en una primera dirección cuando no hay aire presente en el conducto y en una segunda dirección cuando el aire está presente en el conducto.

15 La celda de muestra está dispuesta entre un emisor óptico y un detector óptico. La luz es emitida desde el emisor óptico y es refractada cuando pasa a través de la celda de muestra. La presencia de aire en el interior de la celda de muestra cambia la refracción de la luz, cambiando de
20 ese modo la luz recibida por el detector óptico. Se apreciará que, como se utiliza en este documento, el término luz no está limitado a una radiación electromagnética en el espectro visible a los humanos. Por el contrario, una celda de muestra preferida utiliza la radiación infrarroja.

25 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la cantidad de aire en el conducto afecta a la cantidad de luz refractada en la segunda dirección. La cantidad de luz refractada en la primera dirección con respecto a la cantidad

refractada en la segunda dirección indica la cantidad relativa de aire en el conducto.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, la celda de muestra está configurada y dispuesta para permitir siempre
5 que algo de luz pase a través de la celda de muestra y para que sea recibida por el detector óptico. Si no es detectada luz por el detector óptico, el sistema es capaz rápidamente de determinar que el sistema ha fallado.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, la celda
10 de muestra está situada de modo que toda la luz emitida desde el emisor óptico no alcanza al detector óptico. De ese modo, si el detector óptico indica que prácticamente toda la luz emitida desde el detector óptico ha sido recibida, el sistema del sensor óptico puede determinar rápidamente que la celda
15 de muestra no está apropiadamente cargada entre el emisor óptico y el detector óptico del sensor.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el exterior de la celda de muestra es triangular. La forma de la celda de muestra regula el flujo de luz a través de la celda
20 de muestra y de ese modo dirige la luz hacia el detector óptico dependiendo de si hay aire presente en el conducto.

De acuerdo con todavía otro aspecto de la presente invención, está provisto un alojamiento y está separado de la celda de muestra por un canal de aire. Al igual que con la
25 forma de la celda de muestra, el alojamiento ayuda a dirigir la luz a través de la celda de muestra a un ángulo deseado para facilitar la determinación de si hay aire presente en el conducto en la celda de muestra.

Preferiblemente, el alojamiento está formado de un material similar a la celda de muestra y está dispuesto en un ángulo paralelo a las paredes laterales de la celda de muestra. Esto proporciona la refracción de la luz en ángulos
5 deseados a través de la celda de muestra.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un recipiente de la celda de muestra está provisto de un canal dispuesto en el mismo. Montando apropiadamente un tubo flexible en el canal se causa que el tubo forme paredes
10 laterales primera y segunda las cuales están dispuestas en ángulos deseados para refractar la luz en una dirección cuando está presente una solución y refractar la luz en una segunda dirección, es decir hacia un detector de la señal óptica, cuando el conducto está lleno de aire.

15 La celda de muestra tiene paredes laterales las cuales están dispuestas a un ángulo de entre aproximadamente 45 y 100 grados una con relación a la otra. Preferiblemente, las dos paredes laterales están dispuestas a un ángulo de 60 grados entre sí y están dispuestas con el mismo ángulo agudo
20 relativo a partir de la horizontal o bien otro plano que pasa a través de la celda de muestra desde el emisor de la señal óptica y el detector de la señal óptica. Por mismo ángulo se significa que cada pared lateral tiene un ángulo agudo similar desde el plano, aunque estén en direcciones opuestas.

25 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se ha encontrado que la celda de muestra puede ser utilizada para determinar la presencia de aire en tanto en cuanto la pared de la celda de muestra forma un ángulo inferior al normal

desde el plano a lo largo del cual se emite la luz. Cuanto más cerca está la pared de la celda de muestra de la normal, sin embargo, más alejados estarán los componentes del sensor óptico de la pared de la celda de muestra. Adicionalmente, las posiciones del emisor de la señal óptica y del detector de la señal óptica se pueden ajustar para asegurar que la luz es refractada al sensor óptico cuando hay aire presente, pero no cuando el líquido está presente, o viceversa.

Breve descripción de los dibujos

10 Los objetos anteriores y otros objetos, características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la consideración de la siguiente descripción detallada presentada conjuntamente con los dibujos adjuntos en los cuales:

15 la figura 1 muestra una vista en perspectiva de un sistema de detección óptica fabricado de acuerdo con los principios de la presente invención;

la figura 2A muestra una vista en sección transversal del sistema de detección óptica representado en la figura 1;

20 la figura 2B muestra la vista en sección transversal del sistema de detección óptica representado en la figura 2A con un conducto de la celda de muestra lleno con líquido;

la figura 2C muestra la vista en sección transversal del sistema de detección óptica representado en la figura 2A, en el que el conducto tiene una burbuja de aire dispuesta en su interior;

25

la figura 2D muestra la vista en sección transversal del sistema de detección óptica representado en la figura 2A con una solución opaca en su interior;

la figura 3 muestra una vista en perspectiva desde
5 abajo de un adaptador para utilizarlo en bombas de alimentación enterales provistas de la celda de muestra del sistema de sensor óptico dispuesto en su interior;

la figura 3A muestra una vista en perspectiva desde arriba del adaptador y una bomba de alimentación enteral;

10 la figura 4 muestra una vista en sección transversal de una configuración alternativa de una celda de muestra fabricada de acuerdo con los principios de la presente invención;

la figura 5 muestra una vista en sección transversal de
15 todavía otra configuración de una celda de muestra fabricada de acuerdo con los principios de la presente invención;

la figura 6 muestra una vista en perspectiva de un recipiente de una celda de muestra fabricado de acuerdo con los principios de la presente invención en una posición
20 abierta;

la figura 6A muestra una vista en perspectiva del recipiente de la celda de muestra de la figura 6 en una posición cerrada;

la figura 6B muestra una vista en sección transversal
25 del recipiente de la celda de muestra de las figuras 6 y 6B, que forma una celda de muestra en su interior;

la figura 7 muestra una vista en perspectiva de todavía otra forma de realización de una celda de muestra de acuerdo con los principios de la presente invención;

la figura 7A muestra una vista en sección transversal
5 de la celda de muestra de la figura 7;

la figura 8 muestra una vista en sección transversal de todavía otra forma de realización de la presente invención; y

la figura 9 muestra todavía otra forma de realización de un sistema de celda de muestra y de sensor óptico
10 fabricado de acuerdo con los principios de la presente invención.

Descripción detallada

Se hará referencia ahora a los dibujos en los cuales a los diversos elementos de la presente invención se les
15 proporcionarán designaciones numéricas y en los cuales la invención será expuesta de forma que permita a un experto en la técnica fabricar y utilizar la invención. Se comprenderá que la siguiente descripción es únicamente ejemplar de los principios de la presente invención, y no se debe contemplar
20 como limitativa de las reivindicaciones subordinadas.

Con referencia a la figura 1, se representa una vista en perspectiva de un sistema de sensor óptico, globalmente indicado por 100, fabricado de acuerdo con los principios de la presente invención. El sistema de sensor óptico 100
25 incluye un sensor óptico, globalmente indicado por 104. El sensor óptico 104 tiene una parte de emisor óptico 108 el cual emite luz, y una parte de detector óptico 112 el cual detecta la luz emitida por el emisor óptico y genera una

tensión que es proporcional a la cantidad de luz recibida. La parte de emisor óptico 108 y la parte del detector óptico 112 definen una cavidad 116 a través de la cual se desplaza la luz entre las dos partes. (Aquellos expertos en la técnica
5 apreciarán que el sensor óptico 104 puede estar compuesto de un emisor y un detector emparejados, o puede estar formado a partir de dos piezas discretas).

El sensor óptico 104 adicionalmente incluye una pluralidad de conductores 102 los cuales son utilizados para
10 enviar y recibir señales eléctricas desde la bomba de alimentación enteral con la cual está asociado el sensor óptico. Aquellos expertos en la técnica apreciarán que los sensores ópticos los cuales funcionan de esa manera no son caros y están rápidamente disponibles.

15 Colocada para extenderse a través de la cavidad 116 en el sensor óptico 104 está una celda de muestra 130. La celda de muestra 130 incluye una pared de la celda de muestra 134 la cual define un conducto 138. En una forma de realización actualmente preferida, la pared de la celda de muestra 134
20 define un conducto triangular. Lo más preferiblemente la pared de la celda de muestra 134 forma un conducto el cual, en sección transversal, es un triángulo equilátero invertido. La pared de la celda de muestra 134 también preferiblemente forma una base 142 dispuesta en la punta inferior del
25 triángulo.

Dispuesto adyacente y extendiéndose a lo largo de la celda de muestra 130 hay un alojamiento 150. El alojamiento 150 tiene una parte de la base 154 la cual preferiblemente se

extiende horizontalmente, un par de paredes laterales 178 las cuales se extienden hacia arriba y hacia fuera, y una parte de reborde superior 162. Las respectivas paredes laterales 158 del alojamiento 150 están dispuestas en paralelo a las
5 respectivas paredes laterales 134a y 134b de la pared de la celda de muestra 134. Dependiendo de los plásticos utilizados, el ángulo de las paredes laterales 134a, 134b y 158 estará entre 45 y 100 grados. Preferiblemente, están dispuestas a un ángulo de 60 grados entre sí y desde un plano
10 a lo largo del cual fluiría la luz ininterrumpidamente entre el emisor de la señal óptica 108 y el detector de la señal óptica 112.

El alojamiento 150 y la celda de muestra 130 están separados entre sí y definen una cámara de aire 170 entre
15 ellos. El alojamiento 150 sirve a diferentes propósitos. Primero, el alojamiento 150 evita que el agua o bien otros líquidos entren dentro de la cavidad 116 en donde podrían dañar el sensor óptico 104. Segundo, el alojamiento 150 está diseñado de modo que incluso si agua llenara la cámara de
20 aire 170 entre el alojamiento y la celda de muestra 130, la trayectoria del flujo de la luz que indica la presencia de líquido o aire sería homogénea.

Volviendo ahora a la figura 2A, se representa una vista en sección transversal de la celda de muestra 130 dispuesta
25 en la cavidad 116 entre el emisor óptico 108 y el detector óptico 112 del sensor óptico 104. El alojamiento 150 está dispuesto en paralelo y separado de la cámara de muestra 130 para formar la cámara de aire 170.

Como se representa, la celda de muestra 130 preferiblemente está formada por una pared de la celda de muestra de tres piezas 134 que definen un conducto triangular 138. Más preferiblemente, el conducto tiene una sección transversal la cual es un triángulo equilátero invertido. En una configuración de este tipo, las dos paredes laterales 134a y 134b de la pared de la celda de muestra 134 están separadas entre sí sesenta grados. Las dos paredes laterales están también separadas del plano horizontal 2A-2A en un ángulo de sesenta grados. El plano horizontal 2A-2A representa el plano a lo largo del cual pasaría la luz que pasa directamente desde el emisor de la señal óptica 108 hasta el detector de la señal óptica 112.

Se ha encontrado que una disposición angular de este tipo proporciona un modelo de flujo de luz el cual facilita rápidamente la determinación de si existe aire en la celda de muestra 130 y la cantidad relativa de aire presente. Como será explicado en detalle adicional más adelante en este documento, teniendo las paredes laterales dispuestas a ángulos correspondientes entre 47-70 grados y preferiblemente a 60 grados permite que la luz sea convenientemente refractada en una dirección si el conducto tiene líquido en su interior, y en una segunda dirección, de vuelta hacia el plano 2A-2A cuando el conducto está lleno de aire.

Dispuesta en la parte inferior de la celda de muestra 130 está la parte de la base 142 la cual se extiende horizontalmente (esto es, paralela con el plano 2A-2A) una distancia corta, en lugar de formando un punto similar a un

triángulo equilátero invertido. La parte de la base 142 permite que una cierta cantidad de luz pase a través de la celda de muestra 130 y sea recibida por el detector óptico 112 sin tener en cuenta de si hay aire o agua en el conducto 5 138 de la celda de muestra. Esto forma una verificación de integridad inherente, ya que la falta de cualquier señal detectada significará que el emisor óptico 108 no está trabajando y el sensor óptico 104 debe ser sustituido.

El alojamiento 150 está colocado tanto para proteger el 10 sensor óptico 104 de ser dañado por el agua, etcétera, como para ayudar al flujo de luz a través de la celda de muestra 130. Como se representa en la figura 2B, la luz desde el emisor óptico 108 es refractada cuando pasa dentro y fuera del alojamiento 150. Se refracta otra vez cuando pasa dentro 15 de la pared de la celda de muestra 134a.

Si agua o cualquier otra solución translúcida está presente en el conducto 138, el agua refracta un grado muy pequeño cuando pasa desde la pared de la celda de muestra 134a al interior del líquido. Esto es así porque el índice de 20 refracción del plástico que forma la pared de la celda de muestra 134 y el índice de refracción del líquido son muy similares.

Debido a la similitud en los índices de refracción, la mayor parte de la luz seguirá una trayectoria globalmente 25 recta a través de la celda de muestra 130 y no volverá al detector óptico 112. Por supuesto, una pequeña cantidad de luz pasará a través de la parte de la base 142 y será detectada por el detector óptico 112.

Volviendo ahora a la figura 2C se representa una vista similar a aquella de la figura 2A, pero con el conducto 138 provisto de una burbuja de aire grande dispuesta en su interior. La trayectoria de la luz que pasa a través de la base 142 es la misma, es decir, a lo largo del plano 2A-2A. La trayectoria de la luz restante es la misma que en la figura 2A hasta que alcanza el conducto 138. Puesto que el aire y el plástico tienen índices de refracción significativamente diferentes, la luz es desviada de modo que generalmente se desplaza horizontalmente a través del conducto 138. Cuando la luz impacta en la parte opuesta de la pared de la celda de muestra 134b, la luz es refractada hacia abajo. La luz es refractada otra vez cuando entra y deja la cámara de aire 170 y el alojamiento 150 y es dirigida al detector óptico 112. La cantidad de luz que es recibida por el detector óptico 112 es aproximadamente proporcional al tamaño de la burbuja en el conducto 138. De ese modo, una pequeña burbuja creará un incremento de tensión pequeño, mientras una burbuja grande creará un incremento de tensión sustancial. Supervisando la tensión producida por el sensor óptico 104, se puede determinar el tamaño aproximado de la burbuja. En una aplicación práctica en un contexto de alimentación enteral, sin embargo, el número de señales de aire presente generadas durante un tiempo determinado generalmente estará relacionado. Por lo tanto, por ejemplo, diez señales de aire presente indicarán que la solución se ha secado o tiene un número muy alto de burbujas de aire.

Utilizando la configuración representada, una lectura de tensión de 0 indica que el sensor está funcionando mal, ya que algo de luz debe pasar a través de la parte de la base 142 de la celda de muestra 130. Una lectura de 1 voltio
5 indica que la celda de muestra está llena de líquido y que la bomba está distribuyendo el volumen indicado.

Por el contrario, una lectura de 3-4 voltios indica que una cantidad mucho más grande de luz que la esperada está siendo devuelta, indicando de ese modo la presencia de una
10 burbuja. Dónde cae la tensión dentro de esta gama indica el tamaño de la burbuja. Una lectura de 5 voltios indica que la celda de muestra 130 y el alojamiento 150 no están montados adecuadamente en el sensor óptico 104 y se hace sonar una alarma.

15 Supervisando el número de señales de burbuja de aire dentro de una cantidad determinada de tiempo, la bomba con la cual es utilizado el sensor se puede ajustar para asegurar que el volumen de solución distribuida al paciente es preciso. Si el número de señales de burbuja de aire es
20 demasiado alto, la bomba se debe desconectar y generar una alarma indicando que la solución se ha secado o no está siendo cargada adecuadamente.

Volviendo ahora a la figura 2D, se representa una vista en sección transversal de la celda de muestra 130 provista de
25 una solución opaca en el conducto 138. Puesto que la solución es opaca, la luz desde el emisor de la señal óptica 108 está bloqueada por la solución en el conducto 138, evitando que sea dirigida al detector de la señal óptica 112.

Sustancialmente la única luz que llegará al detector de la señal óptica 112 es aquella que pasa a través de la parte de la base 142. Por lo tanto, el detector de la señal óptica 112 recibe la misma señal sin tener en cuenta de si la celda de muestra 130 está llena con una solución transparente o con una solución opaca. Si una gran burbuja sustituye a la solución, ya sea transparente u opaca, la burbuja causará que el detector óptico 112 detecte más luz e indicará la presencia de la burbuja.

10 Volviendo ahora a las figuras 3 y 3A, se representa, respectivamente, una vista en perspectiva desde abajo de un adaptador, globalmente indicado por 180 y el adaptador 180 conjuntamente con una bomba de alimentación 190. El adaptador 180 incluye una celda de muestra 130 del sistema de sensor
15 óptico 104. Como se representa en la figura 3, la parte de la base 142 de la celda de muestra 130 está dispuesta en la parte inferior de la celda de muestra para permitir que algo de luz pase al detector óptico sin tener en cuenta los contenidos de la celda de muestra.

20 El adaptador 180 permite que la celda de muestra 130 sea montada convenientemente en la bomba de alimentación enteral 190. Como se explica en detalle adicional en la solicitud de patente serie N° 09/836,851 (identificada como Attorney Docket n° 1462pt), la bomba generalmente incluye un
25 par de canales 192 y 194 los cuales reciben dos lados 180a y 180b del adaptador junto con una parte de trabajo 196 de un perfusor el cual está fijado en extremos opuestos a un primer conector 184 y a un segundo conector 188.

La celda de muestra 130 está formada en el primer conector y está configurada para descansar en un canal 192 en la bomba de alimentación enteral 190. El alojamiento 150 (figuras 1 hasta 2D) típicamente está formado como una pared del canal 192 asociado con la celda de muestra 130. El emisor óptico 108 y el detector óptico 112 (no visible en la figura 3A) están típicamente dispuestos en lados opuestos del canal 192 para funcionar de la manera expuesta antes en este documento.

El adaptador 180 incluye también un dispositivo contra el flujo libre 212 configurado para la colocación en el otro canal 194 de la bomba 190. Típicamente, la celda de muestra 130 y el alojamiento 150 estarán dispuestos aguas arriba, mientras el dispositivo contra el paso libre 212 está típicamente dispuesto aguas abajo de un rotor 204 el cual acopla la parte de trabajo 196 del perfusor y desplaza el líquido a través de la celda de muestra 130 y pasando por el dispositivo contra el paso libre 212 mediante una pluralidad de rodillos 206 los cuales comprimen la parte de trabajo.

Cuando el adaptador 180 es empujado en su sitio, la celda de muestra 130 se coloca automáticamente entre el emisor de la señal óptica 108 y el detector de la señal óptica 112 alojado en la bomba 190. Si la bomba 190 forma el alojamiento 150, la celda de muestra 130 también preferiblemente estará colocada alejada de la pared del canal suficientemente como para definir la cámara de aire.

Si el adaptador 180 no está adecuadamente cargado en la bomba 190, la cantidad de luz recibida por el detector de la

señal óptica 112 caerá fuera de una gama previamente determinada. Típicamente, el detector de la señal óptica 112 recibirá mucha más luz que la normal, indicando de ese modo que la celda de muestra 130 no está en su sitio.

5 Volviendo ahora a la figura 4, se representa una vista en sección transversal de una celda de muestra 230 fabricada de acuerdo con los principios de la presente invención. Mientras se prefiere la celda de muestra 130 que forma un conducto con una sección transversal la cual es un triángulo
10 equilátero invertido, una configuración de este tipo no se requiere para que la presente invención funcione adecuadamente. Por lo tanto, como se representa en la figura 4, el conducto 238 puede tener una sección transversal la cual sea en forma de diamante. Puesto que las paredes
15 laterales en ángulo 234a y 234b, forman un ángulo entre 45 y 100 grados, y preferiblemente 60 grados, entre sí y generalmente forman el mismo ángulo agudo desde el plano de emisión de la luz, la luz sigue la misma trayectoria como ha sido expuesto antes con relación a las figuras 2B y 2C,
20 permitiendo de ese modo que la celda de muestra 230 sea utilizada con la misma configuración de alojamiento 150 y sensor 104 expuesta antes en este documento. Por lo tanto, como se representa en la figura 4, la burbuja de aire en el conducto 238 causa que la luz sea refractada al detector de
25 la señal óptica 112.

Una ventaja de la configuración representada en la figura 4 es que la celda de muestra 230 permitirá que una cantidad más grande de solución fluya a través del conducto

debido a su incremento en tamaño. Una configuración de este tipo, sin embargo, incrementará la probabilidad de que no se detecte un conducto parcialmente lleno por el que pasa algo de aire.

5 La figura 5 muestra una vista en sección transversal de otra forma de realización de una celda de muestra 250 de acuerdo con los principios de la presente invención. La celda de muestra 250 tiene una pared superior redondeada 254 para permitir que una cantidad mayor de solución fluya a través
10 del conducto 258, mientras mantiene las paredes laterales 250a y 250b dispuestas a un ángulo entre aproximadamente 45 y 100 grados, y más preferiblemente aproximadamente 60 grados, para proporcionar la deseada refracción de la luz cuando el aire está presente.

15 Puesto que los aspectos más importantes de la celda de muestra son la configuración tangencial de las paredes laterales y el ángulo agudo desde el plano de transmisión de la luz, aquellos expertos en la técnica apreciarán que se pueden utilizar numerosas otras configuraciones para formar
20 el conducto. Por ejemplo, el conducto puede tener una forma de la sección transversal la cual forme un triángulo isósceles o puede formar un pentágono o alguna otra forma. A fin de refractar adecuadamente la luz de vuelta al emisor óptico, sin embargo, las paredes laterales deben estar
25 separadas por un ángulo entre aproximadamente 45 y 100 grados y deben formar un ángulo agudo similar con relación al plano de transmisión de la luz.

Volviendo ahora a la figura 6, se representa una vista en perspectiva de todavía otra forma de realización de un recipiente de celda de muestra, globalmente indicado por 300, fabricado de acuerdo con los principios de la presente invención. El recipiente de la celda de muestra 300 tiene una parte superior 304 y una parte inferior 308 las cuales se pueden acoplar entre sí. La parte inferior 308 tiene un canal 312 formado en la misma para recibir un tubo flexible. El canal 312 preferiblemente tiene una parte de la base 316 para recibir la parte inferior del tubo y una parte central 320 la cual está formada por dos paredes laterales que forman pendientes opuestas las cuales preferiblemente forman pendiente hacia abajo y hacia dentro hacia la parte de la base a un ángulo de entre aproximadamente 45 y 100 grados entre sí y con un ángulo agudo similar, esto es cada una tiene el mismo ángulo relativo con respecto a un plano horizontal de modo que las dos eventualmente formarán intersección y formarán un ángulo de entre 45 y 100 grados y más preferiblemente aproximadamente 60 grados.

El canal 312 también tiene una parte superior 322 la cual está configurada para recibir una protrusión 330 dispuesta en la parte superior 304. Cuando la parte superior 304 se cierra, como se representa en la figura 6A, la protrusión 330 se extiende hacia abajo dentro del canal 312 para forzar al tubo flexible dispuesto entre ellas al contacto con la parte central 320 y la parte de la base 316. Esto, a su vez, causa que el tubo flexible se adapte a la forma del canal y forme un tubo que tenga una forma similar a

aquella de la celda de muestra 130 representada en las figuras 1-2D.

Volviendo ahora a la figura 6B, se representa una vista en sección transversal del recipiente de la celda de muestra 5 300 con un tubo flexible 340 dispuesto en su interior. La protrusión 330 ha forzado al tubo flexible 340 hacia abajo, en donde el tubo sustancialmente se adapta a la forma del canal 312 y tiene una parte de la base 342, una parte central provista de dos paredes laterales 346a y 346b las cuales 10 están ambas dispuestas al mismo ángulo desde el plano horizontal, aunque en direcciones opuestas, y una parte superior globalmente horizontal 346c. De esa manera, el tubo flexible 340 forma una celda de muestra la cual define un conducto que es globalmente triangular. Cuando se dispone 15 entre un emisor óptico y un detector óptico, la celda de muestra formada por el tubo flexible 340 funcionará sustancialmente de la misma manera que la celda de muestra 130 expuesta antes en este documento con respecto a las figuras 1 hasta 2D.

20 Aquellos expertos en la técnica apreciarán que una configuración de este tipo es deseable porque permite que un perfusor convencional de una bomba de alimentación enteral sea adaptado para proporcionar una celda de muestra de acuerdo con los principios de la presente invención sin tener 25 que cortar el tubo ni añadir un adaptador que tenga una celda de muestra. Adicionalmente, el recipiente de la celda de muestra 300 puede ser utilizado repetidamente cuando se

remplazan los perfusores, manteniendo de ese modo los costes en un mínimo.

Volviendo ahora a las figuras 7 y 7A, se representa una vista en perspectiva y una vista en sección transversal de todavía otra forma de realización de una celda de muestra de la presente invención. La celda de muestra 350 forma un alojamiento 354 provisto de una sección transversal rectangular y un conducto triangular a través del mismo. Al igual que en las formas de realización anteriores, el conducto 358 tiene una sección transversal la cual preferiblemente es un triángulo equilátero, aunque otras configuraciones, tales como un triángulo isósceles, de diamante, de pastel o bien otras formas funcionarán también con tal de que la refracción de la luz esté dispuesta para facilitar diferentes direcciones de la refracción de la luz dependiendo de los contenidos del conducto.

Aquellos expertos en la técnica apreciarán que la configuración representada en las figuras 7 y 7A son ventajosas porque puede ser utilizadas como un conector para perfusores convencionales para bombas de alimentación enteral para proporcionar la detección óptica de burbujas a un coste mínimo.

Mientras las formas de realización expuestas antes en este documento provistas de dos paredes laterales en pendiente dispuestas entre 45 y 100 grados, y en particular aproximadamente 60 grados, entre sí son una configuración preferida para llevar a cabo la presente invención, se ha encontrado que los ángulos pueden ser mucho más amplios

mientras se obtienen todavía algunos de los beneficios de la presente invención. Como se representa en la figura 8, se representa una vista en sección transversal de una celda de muestra, globalmente indicada por 400. La celda de muestra
5 400 está formada por una pared de la celda 404 la cual tiene una primera pared lateral 404a y la segunda pared lateral 404b.

Un sistema de sensor óptico incluye un emisor óptico 412 y un detector óptico 416. El emisor óptico 412 emite luz
10 (esto es, radiación electromagnética) a lo largo de un plano 8A. El emisor de la señal óptica 412 y la celda de muestra 400 están dispuestos de modo que la pared lateral 404a está dispuesta a un ángulo menor que el normal al plano 8A. Como tal, la pared lateral 404a causa que la luz se refracte
15 cuando entra en contacto con el exterior de la pared lateral.

Si la celda de muestra 400 tiene líquido claro dispuesto en su interior, la luz sufre una refracción mínima cuando pasa fuera de la pared lateral 404a a través del líquido 424 y a través de la pared lateral opuesta 404b como
20 se indica mediante el plano 8A'. Por lo tanto, la luz no llega al detector de la señal óptica 416. Por supuesto, si el líquido dispuesto en la celda de muestra 404 es opaco, el líquido parará la luz y evitará que sea recibida por el detector de la señal óptica 416, proporcionando el mismo
25 resultado que un líquido claro.

Si una burbuja de aire 424' está dispuesta en la celda de muestra 400, la luz que se desplaza a lo largo del plano 8A será refractada tanto cuando entra como cuando sale de la

primera pared lateral 404a y típicamente cuando entra y sale de la segunda pared lateral 404b, de forma que la luz sigue el plano 8A" y llega al detector de la señal óptica 416. De ese modo, incluso utilizando un ángulo relativamente pequeño en la pared de la celda de muestra 404, la luz puede ser dirigida al sensor de la señal óptica cuando el aire está presente y no cuando la celda de muestra está llena de líquido.

Mientras la celda de muestra 400 representada en la figura 8 tiene una pared 404a la cual forma un ángulo inferior al normal y una pared la cual está dispuesta sustancialmente normal al plano 8A, se apreciará que desplazando el emisor de la señal óptica 412 o el detector de la señal óptica, se puede utilizar una variedad de configuraciones diferentes de la pared, incluyendo dos inferiores al normal.

Volviendo ahora a la figura 9, se representa todavía otra forma de realización de una celda de muestra, globalmente indicada por 450. La celda de muestra 450 tiene un par de paredes laterales 454a y 454b las cuales están dispuestas ligeramente fuera de los 90 grados desde el plano 9A. Las paredes laterales 450a y 450b refractan la luz de una manera similar a aquella expuesta antes en este documento. Sin embargo, puesto que el ángulo inferior al normal (esto es, inferior a 90 grados) es tan pequeño, el emisor de la señal óptica 462 y el detector de la señal óptica 466 están separados adicionalmente de la celda de muestra 450.

Cuando la luz que se desplaza a lo largo del plano 9A impacta en la pared lateral 450a, es refractada. Si un líquido relativamente claro está dispuesto en la celda de muestra 450, la luz sigue una línea relativamente recta, plano 9A' y no llega al detector de la señal óptica 466. Si, sin embargo, está presente una cantidad previamente determinada de aire en la celda de muestra 450, la luz es refractada de vuelta hacia el detector de la señal óptica 466 cuando pasa desde la primera pared lateral 450 al interior del conducto 458 en la celda de muestra, desde el conducto al interior de la segunda pared lateral 454b y desde la segunda pared lateral de vuelta al interior del aire entre la celda de muestra y el detector de la señal óptica. La distancia del emisor de la señal óptica 462 y el detector de la señal óptica 466 desde la celda de muestra 450 exagera la cantidad de refracción proporcionando más distancia para que la luz se desplace a lo largo del plano refractado.

Por lo tanto se ha expuesto un detector de burbuja óptico mejorado. Aquellos expertos en la técnica apreciarán que numerosas modificaciones se pueden realizar a las formas de realización y a los procedimientos expuestos en este documento sin salirse del ámbito de la presente invención. Las reivindicaciones adjuntas pretenden cubrir tales modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. Celda de muestra para utilizarla en la supervisión de burbujas de aire en perfusor, el sistema comprendiendo:

- una celda de muestra (130) que comprende paredes laterales primera y segunda (134a, 134b) dispuestas tangencialmente entre sí formando un ángulo de entre aproximadamente 45 hasta 100 grados, la celda de muestra definiendo un conducto (138),

- un alojamiento (150) dispuesto adyacente a la celda de muestra, el alojamiento estando provisto de paredes laterales primera y segunda dispuestas en paralelo a las paredes laterales primera y segunda de la celda de muestra y en el que el alojamiento está separado de la celda de muestra para definir una cámara de aire entre ellos.

2. Celda de muestra de la reivindicación 1 caracterizada porque las paredes de la celda de muestra forman un triángulo equilátero invertido.

3. Celda de muestra de la reivindicación 2 caracterizada porque las paredes de la celda de muestra adicionalmente definen una parte de la base colocada en la parte inferior del triángulo equilátero y en la que el conducto termina por encima de la parte de la base.

4. Celda de muestra de la reivindicación 1 caracterizada porque las paredes laterales de la celda de muestra y las paredes laterales del alojamiento están dispuestas a un ángulo de entre aproximadamente 47 y 70 grados entre sí.

5. Celda de muestra de la reivindicación 1 caracterizada porque las paredes laterales de la celda de muestra están desplazadas entre sí en un ángulo de aproximadamente 60 grados.

5 6. Celda de muestra de la reivindicación 1 caracterizada porque las paredes laterales de la celda de muestra y las paredes laterales del alojamiento están dispuestas a un ángulo de aproximadamente 60 grados desde un plano horizontal.

10 7. Celda de muestra de la reivindicación 1 caracterizada porque el alojamiento está formado como una pared de canal de una bomba de alimentación enteral.

8. Celda de muestra de la reivindicación 1 caracterizada por un emisor de la señal óptica y un detector
15 de la señal óptica, el emisor de la señal óptica estando dispuesto adyacente a la primera pared lateral del alojamiento y el detector de la señal óptica estando dispuesto adyacente a la segunda pared lateral del alojamiento de tal modo que el alojamiento y la celda de
20 muestra están dispuestos entre el emisor de la señal óptica y el detector de la señal óptica.

9. Celda de muestra de la reivindicación 8 caracterizada porque la celda de muestra tiene una parte de la base y el alojamiento tiene una parte de la base y en la
25 que la parte de la base de la celda de muestra y la parte de la base del alojamiento están dispuestas para transmitir la luz entre el emisor óptico y el detector óptico.

10. Celda de muestra de la reivindicación 8
caracterizada porque la celda de muestra y el alojamiento
tienen, cada uno de ellos, paredes laterales dispuestas a un
ángulo de aproximadamente 60 grados desde un plano que se
5 extiende entre el emisor óptico y el detector óptico.

11. Celda de muestra de la reivindicación 1
caracterizada porque adicionalmente comprende un emisor de la
señal óptica y un detector de la señal óptica, en la que la
celda de muestra tiene una parte de la base la cual está
10 dispuesta para transmitir la luz entre el emisor óptico y el
detector óptico.

12. Celda de muestra de la reivindicación 11
caracterizada porque la parte de la base está configurada
para permitir que la luz pase a través de la misma
15 generalmente horizontalmente con una mínima refracción.

13. Celda de muestra de la reivindicación 1
caracterizada porque adicionalmente comprende un emisor de la
señal óptica y un detector de la señal óptica de tal manera
que un plano de emisión de luz se extiende desde el emisor de
20 la señal óptica hasta el detector de la señal óptica, en la
que cada pared lateral de la celda de muestra y del
alojamiento forma un ángulo agudo desde el plano de emisión
de la luz el cual es sustancialmente el mismo que el ángulo
agudo desde el plano de emisión de la luz de las otras
25 paredes laterales.

14. Celda de muestra de la reivindicación 1
caracterizada porque la celda de muestra está configurada
para que pase algo de luz desde el emisor de la señal óptica

hasta el detector de la señal óptica a través de la celda de muestra, pero no a través del conducto.

15. Celda de muestra de la reivindicación 1
caracterizada porque la celda de muestra es parte de un
5 cartucho provisto de un tubo fijado al mismo.

16. Celda de muestra de la reivindicación 15
caracterizada porque el cartucho adicionalmente comprende un
mecanismo contra el paso libre.

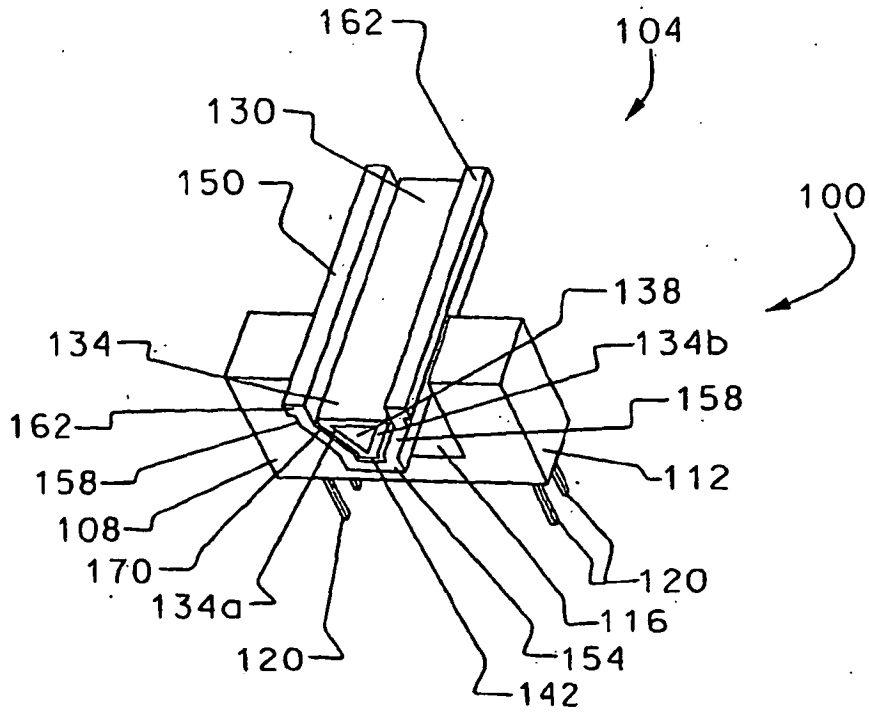


FIG. 1

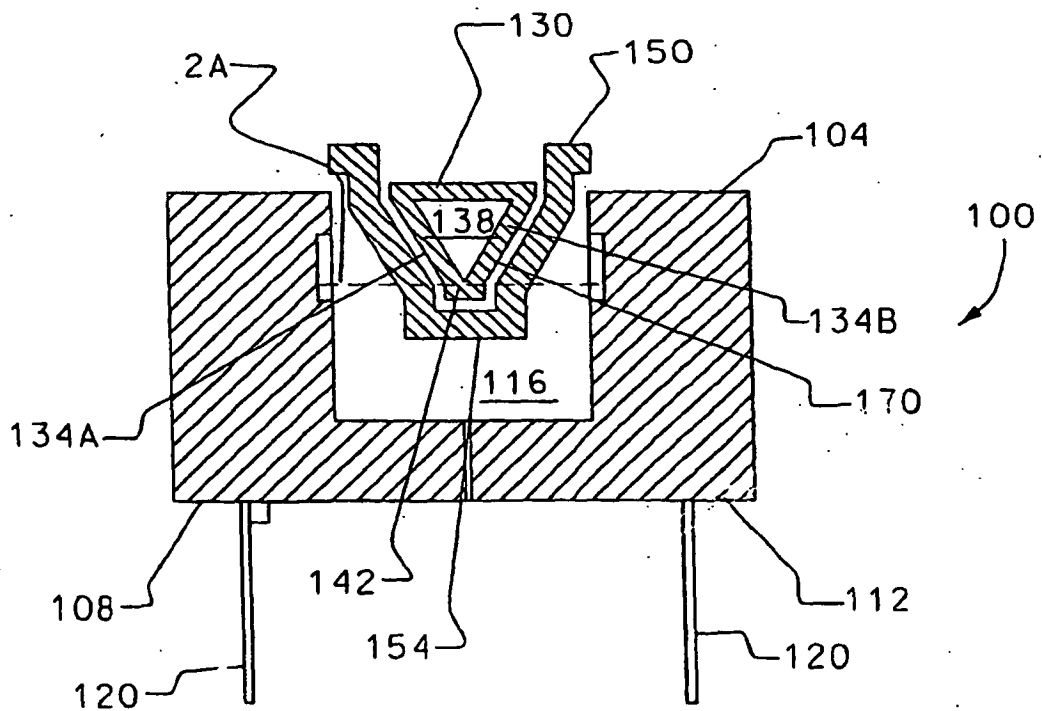


FIG. 2A

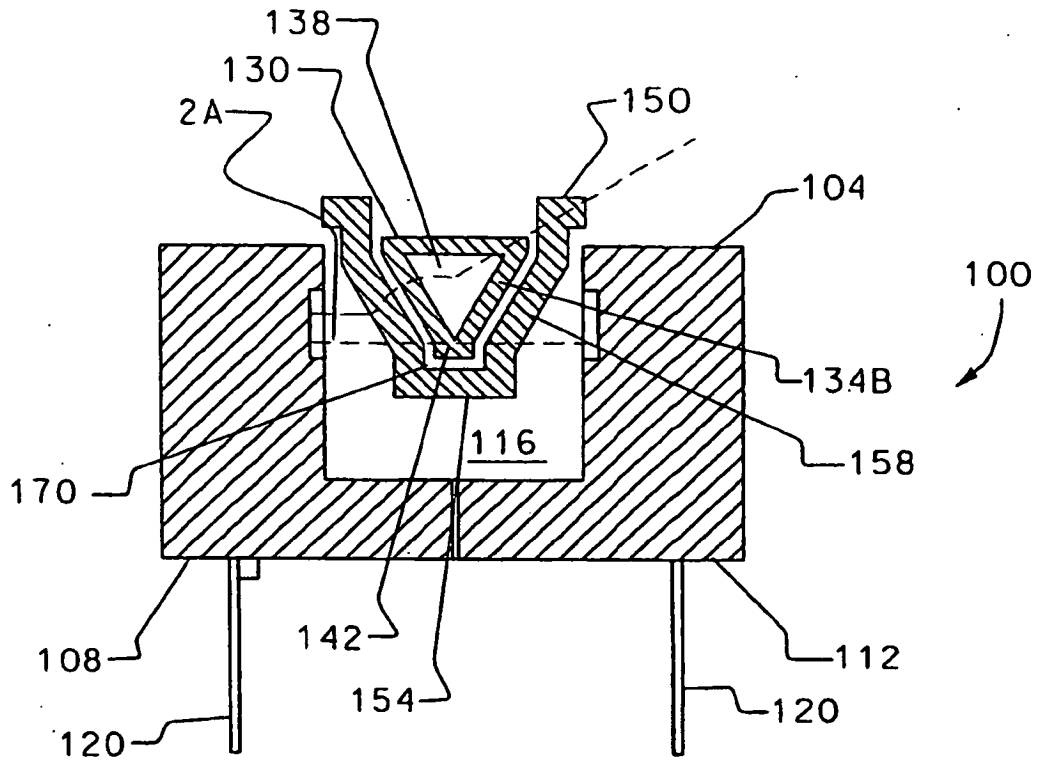


FIG. 2B

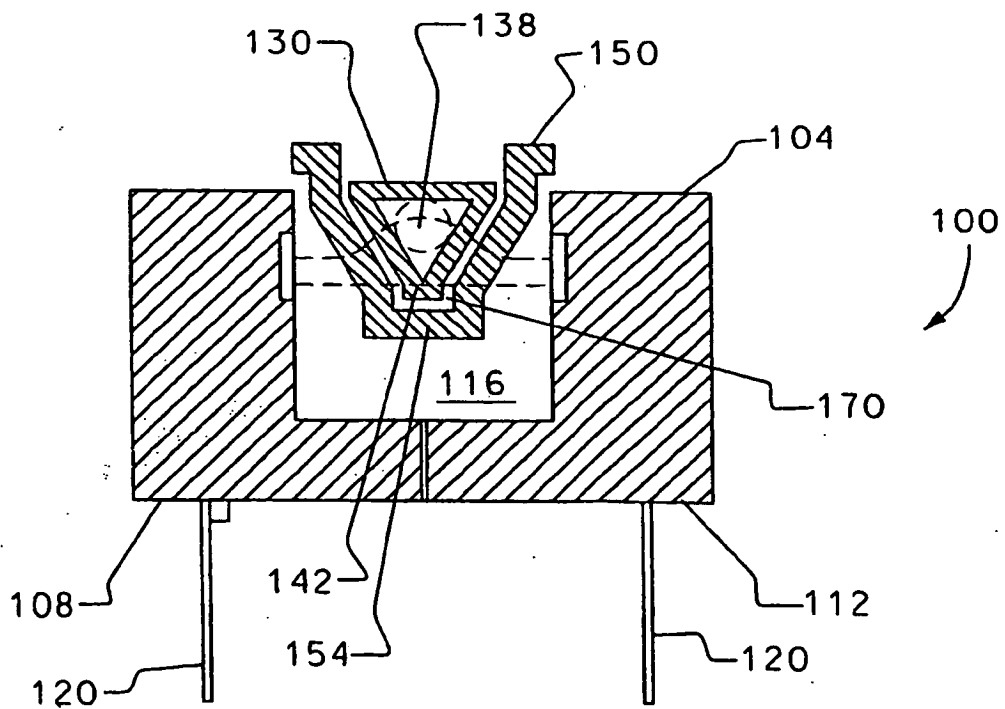


FIG. 2C

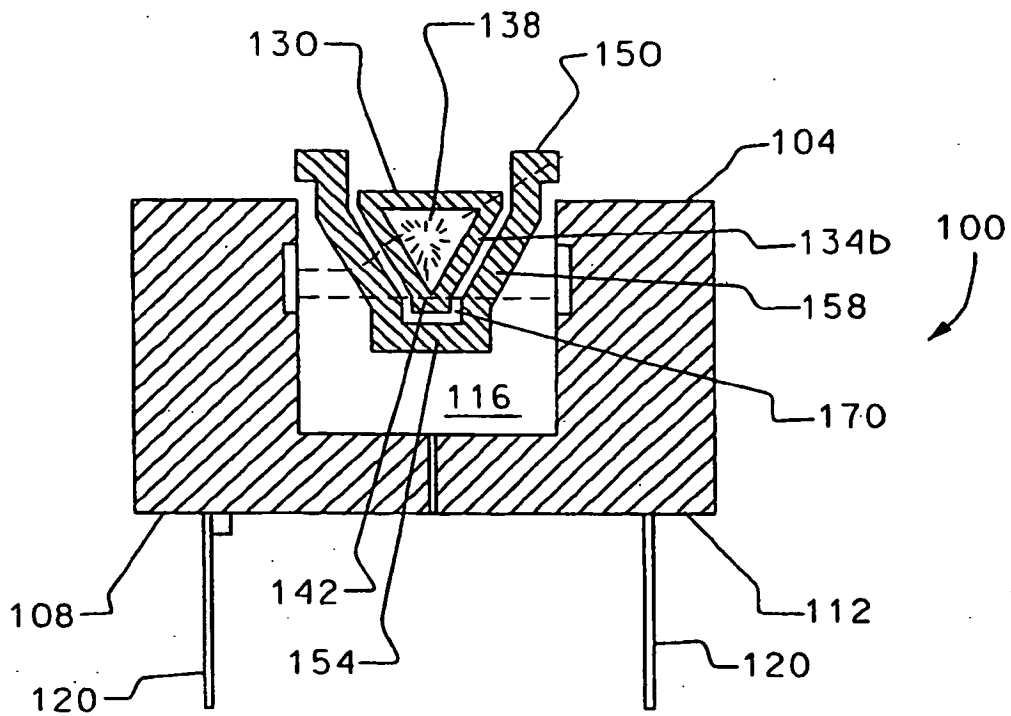


FIG. 2D

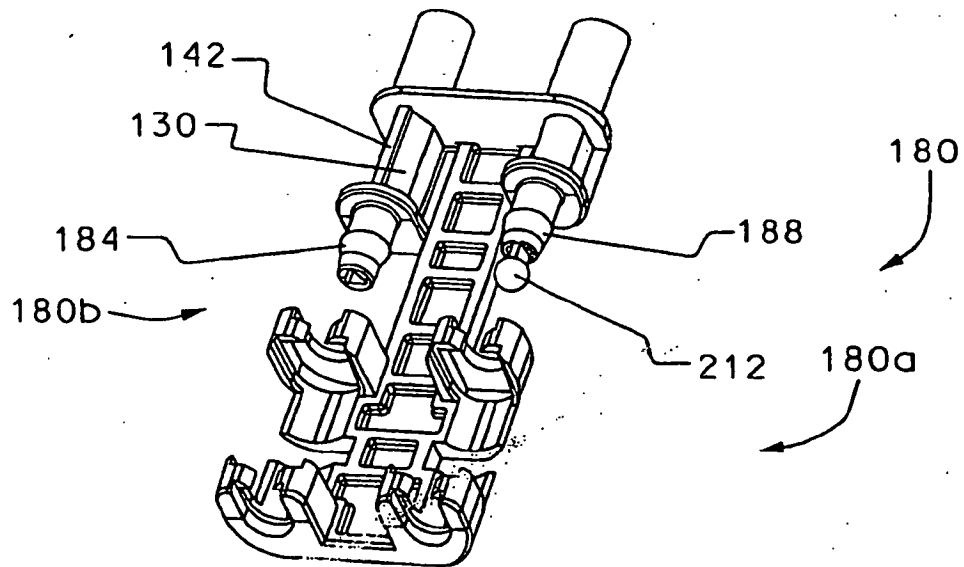


FIG. 3

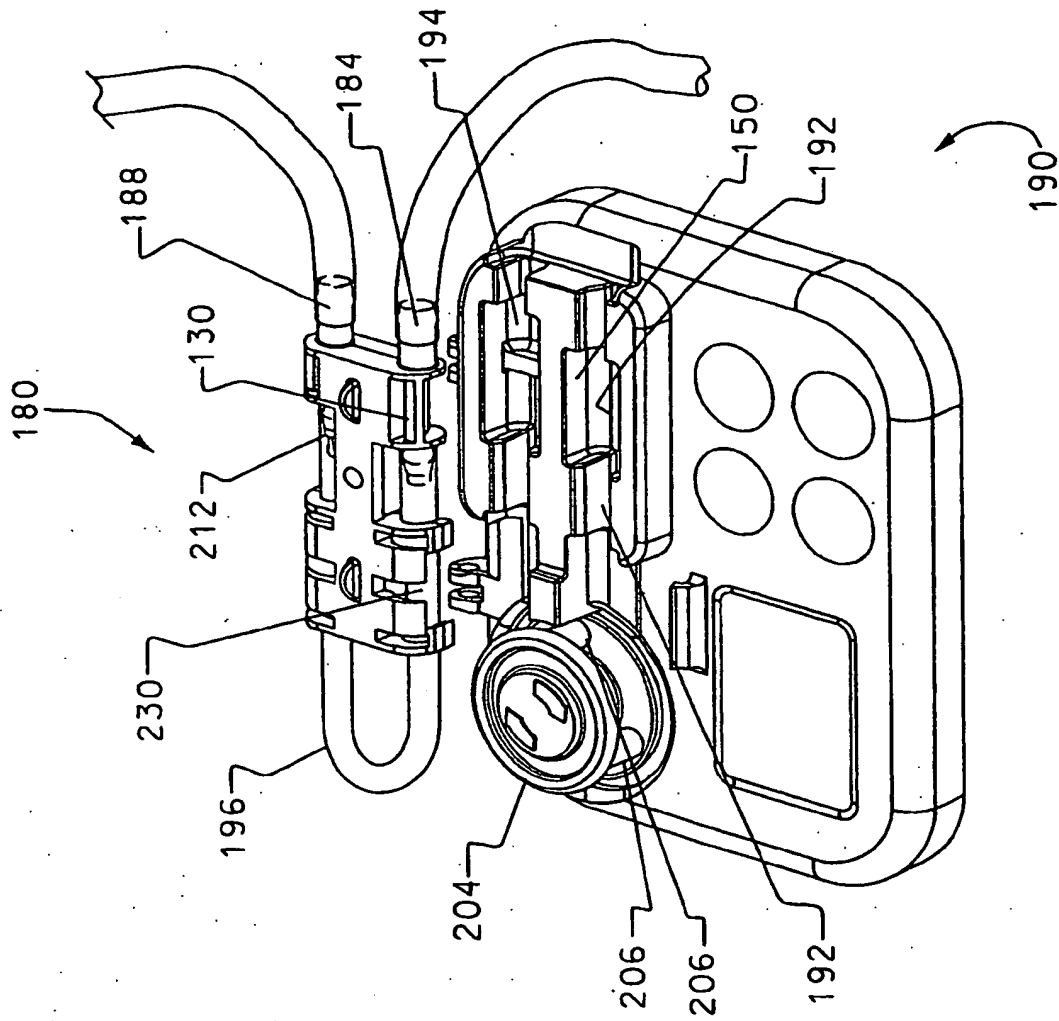


FIG. 3A

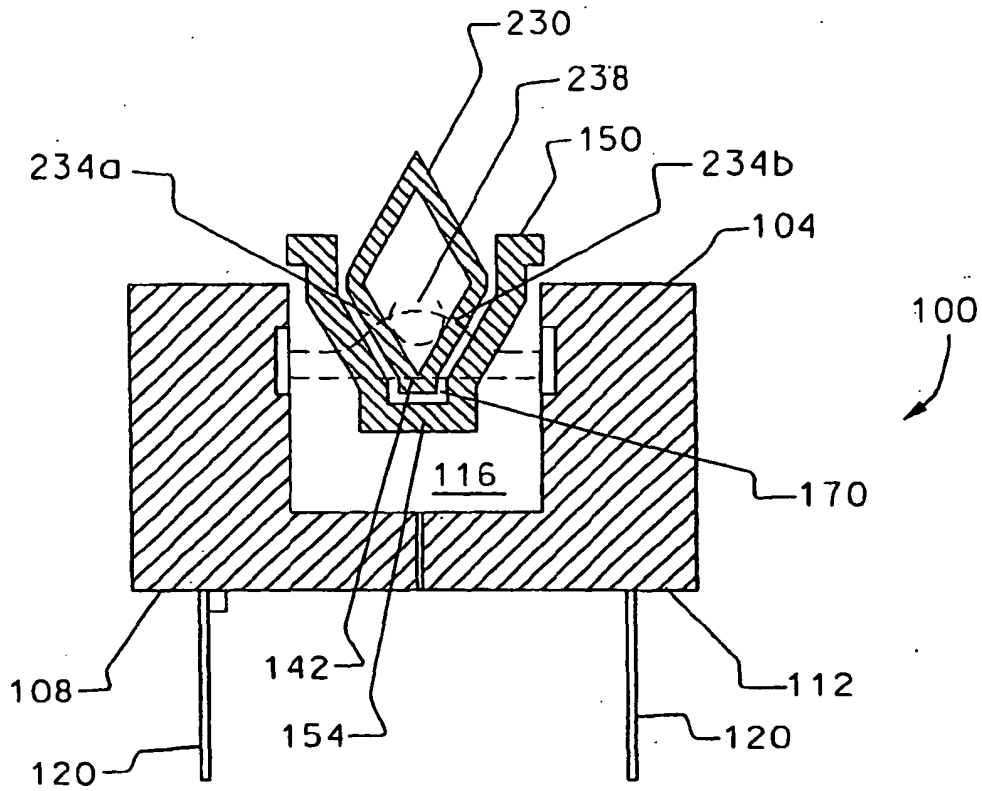


FIG. 4

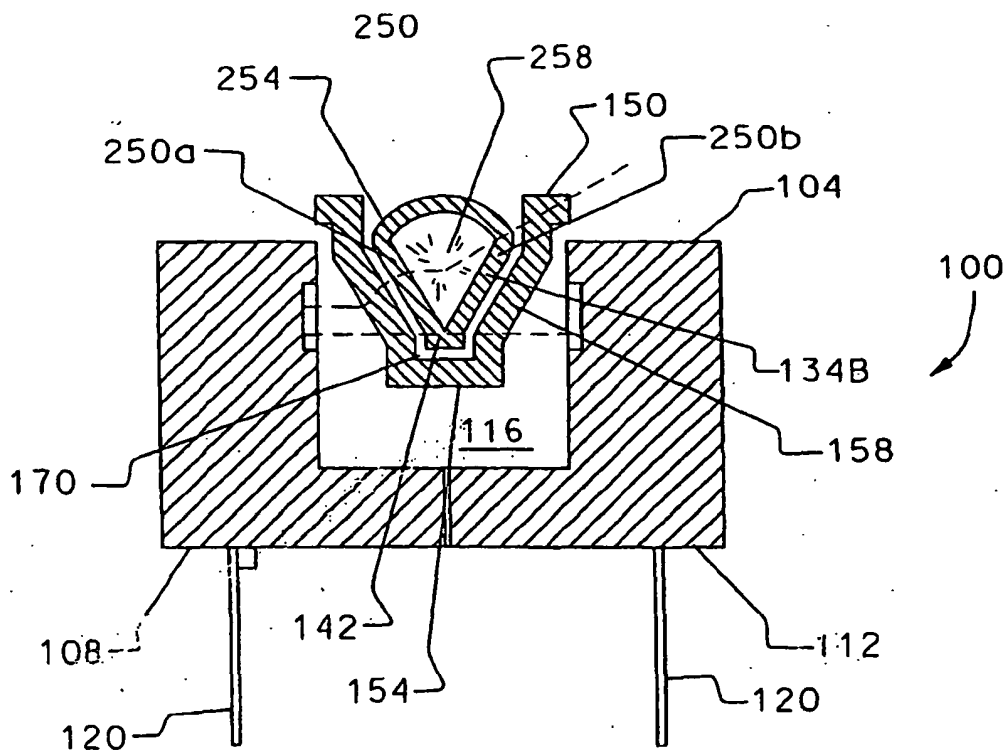


FIG. 5

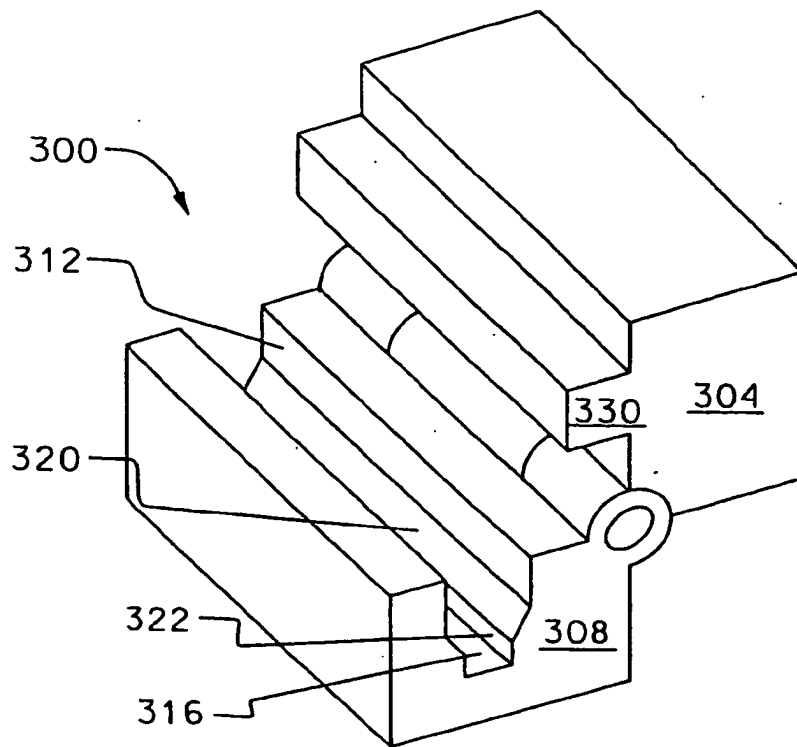


FIG. 6

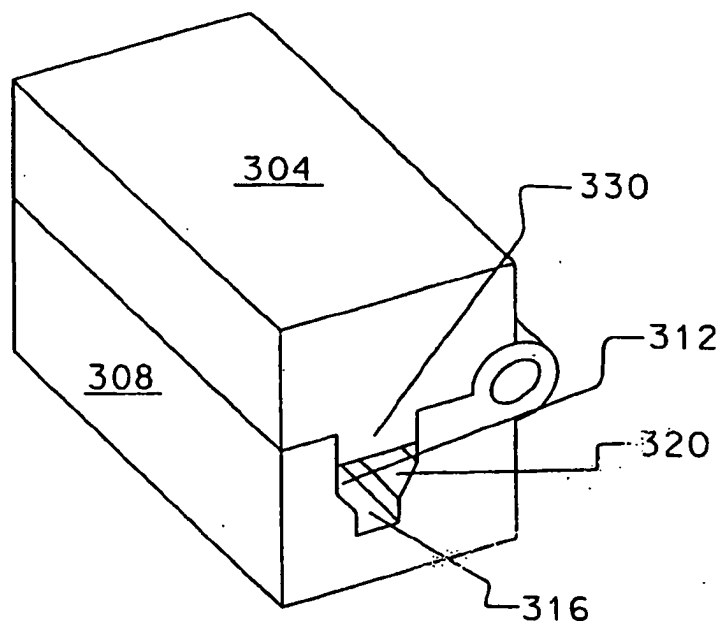


FIG. 6A

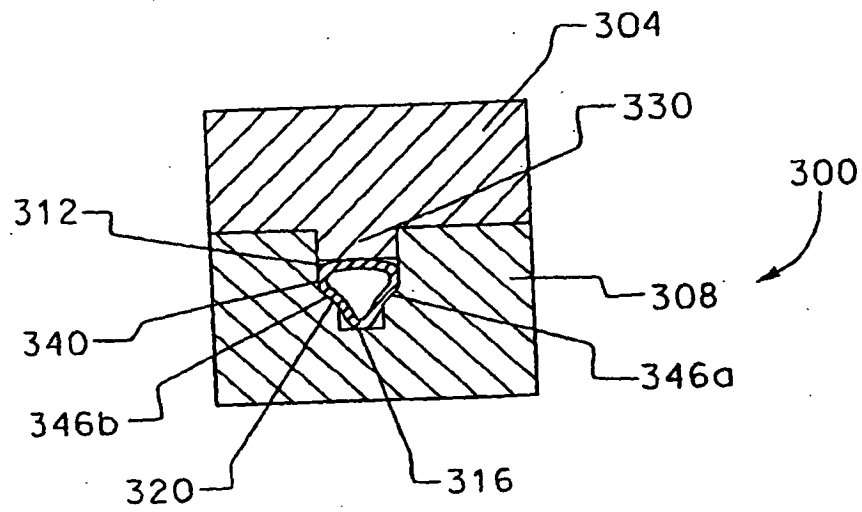


FIG. 6B

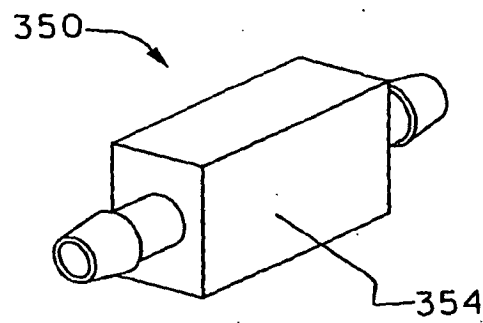


FIG. 7

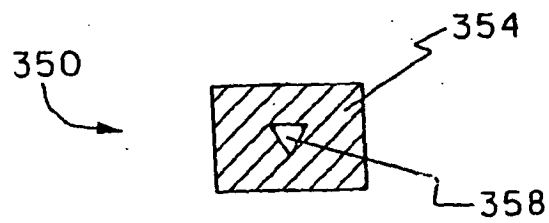


FIG. 7A

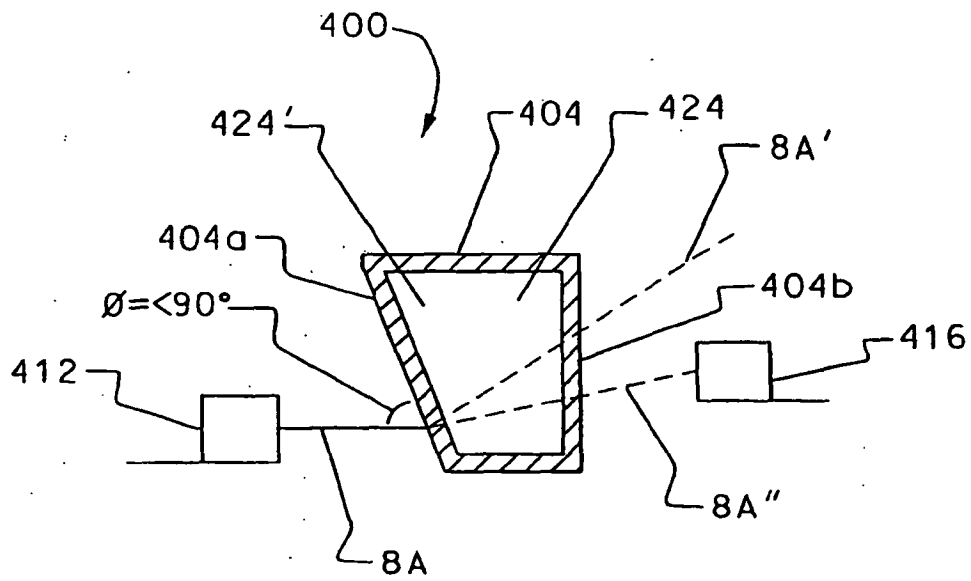


FIG. 8

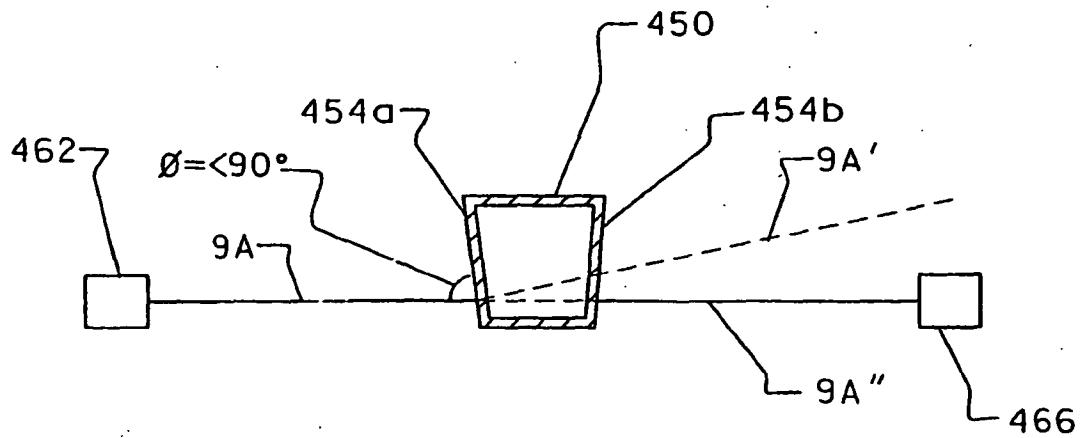


FIG. 9