

SISTEMA Y MÉTODO DE RECIRCULACIÓN DE GAS

Campo técnico

[0001] La presente divulgación hace referencia a sistemas de recirculación de gas que se utilizan en procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos.

Antecedentes

[0002] Los procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos, que incluyen procedimientos quirúrgicos endoscópicos tales como procedimientos quirúrgicos laparoscópicos, artroscópicos, histeroscópicos, toracoscópicos cada vez son más comunes en el ámbito quirúrgico debido a los tiempos más cortos de recuperación, la duración más corta de los procedimientos y los costos reducidos. Los procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos por lo general se practican con instrumentos que se insertan a través de orificios creados de forma artificial en el paciente.

[0003] En un procedimiento quirúrgico laparoscópico, se inyecta un gas en la cavidad peritoneal a través de un orificio artificial en el abdomen creado por una aguja Verres. Por lo general, el tipo de gas que se inyecta es el gas CO₂, aunque una mezcla de dos o más gases diferentes puede ser también adecuada, dependiendo del procedimiento quirúrgico. En un procedimiento laparoscópico, el gas CO₂ se utiliza para distender el neumoperitoneo, creando de este modo crea un espacio de aire para que el instrumentador quirúrgico pueda visualizar los órganos y maniobrar los instrumentos quirúrgicos y el endoscopio. El gas CO₂ se inyecta en la cavidad peritoneal bajo presión por medio de un dispositivo de insuflación. En la Patente de EE.UU No. 6.299.592 y en la Patente de EE.UU No. de serie 62/037.893 se describen ejemplos de dispositivo de insuflación apropiados para esta solicitud los cuales se incorporan al presente documento por referencia.

[0004] Después que el neumoperitoneo se distiende por primera vez, se inserta un endoscopio con una cámara (la cual está conectada a un monitor) en la cavidad abdominal para poder visualizar el interior de la cavidad y más particularmente el espacio para la intervención. Por lo general, durante la duración del procedimiento quirúrgico, el endoscopio permanece insertado. Se pueden crear otros orificios adicionales para darle acceso a los demás instrumentos quirúrgicos a la cavidad abdominal.

[0005] La instrumentación que se utiliza para cortar, cauterizar, extirpar o vaporizar tejidos dentro del abdomen durante un procedimiento quirúrgico mínimamente invasivo, por ejemplo, el procedimiento laparoscópico, produce humo quirúrgico el cual puede generar un riesgo para el paciente y puede generar un riesgo para el cirujano y otros individuos presentes en el quirófano, dado el caso que todos o alguno de estos gases se filtren en el quirófano. Tal como se utiliza en el presente documento, el término “humo quirúrgico” incluye, sin limitación, gases o aerosoles que pueden contener toxinas, material particulado, irritantes, células viables y virus, vapor de agua y otros contaminantes. El humo quirúrgico también perjudica la visualización del cirujano a través de la cámara del endoscopio. Este daño a la visualización se puede acentuar con el empañamiento o condensación de los lentes de la cámara debido al gas CO₂ el cual entra en la cavidad abdominal por debajo de la temperatura corporal. El daño a la visualización puede interferir con el procedimiento quirúrgico y resultar en un riesgo para la salud del paciente. Adicionalmente, el daño a la visualización puede conducir a que hallan retrasos en la operación, particularmente, en operaciones que involucran procedimientos quirúrgicos asistidos de forma robótica que se llevan a cabo de forma remota.

Breve resumen de la invención.

[0006] En un aspecto, un sistema de recirculación de gas para su uso en procedimientos quirúrgicos endoscópicos comprende una bomba con un motor y un cartucho acoplado al motor. El cartucho de la bomba incluye una conexión de entrada de gas y una conexión de salida de gas. El cartucho de la bomba se del motor se puede desacoplar del motor y el cartucho de la bomba se encuentra sellado de tal manera que un gas que se encuentre dentro del cartucho de la bomba no pueda entrar en contacto con el motor. El sistema de recirculación de gas también comprende un primer y un segundo tubo en una conexión fluida con las conexiones de entrada y de salida de gas e. El primer y el segundo tubo se configuran para que se puedan conectar al equipo quirúrgico el cual se puede introducir en la cavidad peritoneal. La bomba se configura para extraer gas de la cavidad peritoneal a la conexión de entrada de gas a través del primer tubo y para emitir el gas fuera de la conexión de salida de gas y a la cavidad peritoneal a través del segundo tubo.

[0007] Otros sistemas, métodos, características y ventajas serán, o se volverán evidentes a la persona experta en el arte tras examinar las siguientes figuras y la descripción detallada. Se pretende que dichos sistemas, métodos, características y

ventajas adicionales se incluyan en la presente memoria descriptiva, estén dentro del alcance de la invención y sea protegida por las siguientes reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

[0008] La figura 1 es un ejemplo ilustrativo de una modalidad de un sistema de circulación de gas.

[0009] La figura 2 es un ejemplo esquemático de una modalidad de un sistema de circulación de gas.

[0010] La figura 3 es un ejemplo en sección cruzada de una modalidad de un cartucho de una bomba de recirculación de gas.

[0011] La figura 4 es otro ejemplo en sección cruzada de una modalidad de un cartucho de una bomba de recirculación de gas.

[0012] La figura 5 es un ejemplo de una modalidad de un cartucho de una bomba de recirculación de gas.

[0013] La figura 6 es otro ejemplo de una modalidad de un cartucho de una bomba de recirculación de gas.

[0014] La figura 7 es un ejemplo de una modalidad de una porción de un cartucho de una bomba de recirculación de gas.

[0015] La figura 8 es un ejemplo de una modalidad de una bomba de recirculación de gas.

[0016] La figura 9 es un diagrama en bloque de un sistema de recirculación de gas.

[0017] La figura 10 es un ejemplo de una modalidad de un método de acoplamiento entre un cartucho de una bomba de recirculación de gas y un motor.

[0018] La figura 11 es un ejemplo de una modalidad de un elemento conector que se usa en un cartucho de un sistema de recirculación de gas.

[0019] La figura 12 es una sección cruzada de una modalidad de un elemento conector que se usa en un sistema de recirculación de gas.

[0020] La figura 13 es una sección cruzada de otra modalidad de un elemento conector que se usa en un sistema de recirculación de gas.

[0021] La figura 14 es un ejemplo de una modalidad de una válvula de *bypass* que se usa en un sistema de recirculación de gas.

[0022] La figura 15 es un ejemplo de una modalidad de una trampa de humedad que se usa en un sistema de recirculación de gas.

[0023] La figura 16 es un ejemplo de otra modalidad de una trampa de humedad que se usa en un sistema de recirculación de gas.

[0024] La figura 17 es un ejemplo de una modalidad de un área encerrada para un sistema de recirculación de gas.

[0025] La figura 18 es un ejemplo de otra modalidad de un área encerrada para un sistema de recirculación de gas.

[0026] La figura 19 es un ejemplo de otra modalidad de un área encerrada para un sistema de recirculación de gas.

[0027] La figura 20 es un ejemplo de otra modalidad de un área encerrada para un sistema de recirculación de gas.

[0028] La figura 21 es otro ejemplo de una modalidad de un cartucho de una bomba de recirculación de gas.

[0029] La figura 22 es un ejemplo de otra modalidad de un método de acoplamiento entre un cartucho de bomba de recirculación de gas y un motor.

[0030] La figura 23 es un ejemplo de otra modalidad de un método de acoplamiento entre un cartucho de bomba de recirculación de gas y un motor.

[0031] La figura 24 es un ejemplo de una modalidad de un válvula de tres vías que se usa en un sistema de recirculación de gas.

[0032] La figura 25 es un ejemplo de otra modalidad de un válvula de tres vías que se usa en un sistema de recirculación de gas.

Descripción detallada de la invención

[0033] La presente divulgación se refiere a un sistema para recircular gas inyectado en una cavidad peritoneal durante un procedimiento quirúrgico. El sistema incluye una bomba de desplazamiento positivo para eliminar e inyectar gas en la cavidad peritoneal con el fin eliminar el humo generado dentro de la cavidad peritoneal durante el procedimiento quirúrgico.

[0034] La presente divulgación provee un sistema de recirculación de gas seguro y económico con partes componentes que pueden ser reutilizados sin necesidad de esterilizar. El sistema económico utiliza controladores en lugar de sensores para monitorear el funcionamiento de la bomba y detectar fallas. El sistema puede lograr altas velocidades de inyección y emisión, por ejemplo, de 4 a 10 litros por minuto, lo que garantiza que cualquier humo quirúrgico se pueda eliminar de manera rápida y efectiva del campo de visión del cirujano mientras que al mismo tiempo se minimiza cualquier cambio en la presión en la cavidad peritoneal.

[0035] Haciendo referencia a la figura 1, se puede observar una modalidad de un sistema de recirculación de gas 100. El sistema de recirculación de gas 100 puede incluir una bomba de recirculación 105, un trocar de entrada principal 110, un trocar de salida secundario 115, un tubo de entrada 120, un tubo de salida 125. El tubo de salida 125 puede incluir un filtro y/o una trampa de humedad 130. El tubo de entrada 120 y el tubo de salida 125 pueden ser similares a los conjuntos de tubos para insuflación fabricados por Northgate Technologies.

[0036] El sistema de recirculación de gas 100 se puede utilizar en conjunto con un sistema de insuflación, tal como el que se describe en la Patente de EE.UU. No. 6.299.592 y en la Patente de EE.UU. No. de serie 62/037.893, las cuales se incorporan por referencia al presente documento. El sistema de insuflación puede incluir un insuflador 127, un trocar de insuflación 128, un tubo de insuflación 129 que conecta el insuflador 127 al trocar de insuflación 128, y una línea de comunicación electrónica 129 entre el sistema de recirculación de gas 100 y el insuflador 127. El sistema de recirculación de gas 100 puede incluir un controlador para comunicarse con el insuflador 127 a través de la línea de comunicación 129. La información o los comandos tales como iniciar, detener, incrementar el flujo, disminuir el flujo, u otras funciones del controlador de recirculación de gas podrían encontrarse en el insuflador 127 y estar comunicadas al controlador de recirculación de gas. Adicionalmente o como alternativa, el controlador de recirculación de gas podría encontrarse integrado en, o compartido con, el insuflador 127. El sistema de recirculación de gas 100 y el insuflador 127 pueden compartir fuentes de alimentación de energía, procesadores, interfaces gráficas de usuario, funciones térmicas, funciones de humedad, por nombrar algunos ejemplos.

[0037] La bomba de recirculación 105 remueve el gas del paciente a través del trocar de salida secundario 115, del tubo de salida 125 y del filtro/trampa de humedad 130. Una válvula 135 puede conectar el trocar de salida secundario 115 al tubo de salida 125. Cuando el tubo de salida 125 se conecta al trocar de salida secundario 115 por medio de la válvula 135, el vástago de la válvula 135 se puede desviar a una posición abierta. Cuando la válvula 135 se desconecta del trocar de salida secundario 115, el vástago de la válvula 135 puede regresar a su posición cerrada natural. La válvula 135 puede permitir que el gas fluya a través de la válvula cuando el tubo de salida 125 está conectado al trocar de salida secundario 115. La válvula 135 puede evitar que el gas entre al tubo de salida 125 cuando el tubo de salida 125 se desconecta del trocar de salida secundario 115. La válvula 135 puede cerrarse de forma automática cuando el tubo de salida 125 se desconecta del

trocar de salida secundario 115. La válvula 135 puede ser una válvula Luer, por ejemplo, una macho cerrado marca Texium® o Halkey/Roberts®.

[0038] La bomba de recirculación 105 también le inyecta gas al paciente a través del trocar de entrada principal 110 y del tubo de entrada 120. Una válvula, similar a la válvula 135, puede conectar el trocar de entrada principal 110 y el tubo de entrada 120 y se puede cerrar cuando el tubo de entrada 120 se desconecta del trocar de entrada principal 110.

[0039] La bomba de recirculación 105 recircula el gas desde la cavidad peritoneal, a través del filtro/trampa de humedad 130 y de regreso a la cavidad peritoneal. La tasa de flujo del gas removido del paciente a través del tubo de salida 125 es la misma o substancialmente similar a la tasa de flujo de gas inyectado nuevamente al paciente a través del tubo de entrada 120. El filtro/trampa de humedad 130 puede eliminar líquido del gas y puede eliminar materias particuladas del gas, tal como las partículas del humo quirúrgico. El filtro/trampa de humedad 130 puede incluir un material que rápidamente absorbe líquido, preferiblemente, hasta 15 a 20 ml de líquido, y rápidamente libera la humedad en el gas que fluye sobre o a través del material. Un material que es apropiado para su uso incluye el material de la marca Crystar®. El tamaño del material es preferiblemente 1-1,5 pulgadas (0.0254-0.0381 metros) de largo y 0,5-2,0 pulgadas (0.0127-0.0508 metros) de diámetro y más preferiblemente 1,5-2,0 pulgadas (0.0381-0.0508 metros) de largo y 1-1,5 pulgadas (0.0254-0.0381 metros) de diámetro. En una modalidad, el material puede tener una superficie exterior serrada y una abertura central. Cuando se coloca en un armazón de filtro, la superficie exterior serrada define una pluralidad de aberturas de canal en las que puede fluir el gas y la abertura central se puede llenar con una vara que comprende carbón. El carbón puede atrapar la materia particulada en el gas a medida que pasa a través de la abertura central, y al mismo tiempo, puede ser efectivo removiendo el olor indeseable de gas. Adicionalmente o como alternativa, la remoción del olor se puede lograr utilizando otros materiales, tales como materiales enzimáticos, vinagre y cartuchos de agua, o el olor se puede camuflar con fragancias. El filtro/trampa de humedad 130 puede permitir que el gas que se circula retenga la humedad en un rango del 50-70 % de humedad relativa. Preferiblemente, el sistema de recirculación de gas 100 permitirá la recirculación de gas hacia y desde el paciente y mantendrá de forma pasiva un nivel de humedad del gas que será de un mínimo del 70 % de humedad relativa con el gas a temperatura ambiente normal del quirófano entre 60-75 grados Fahrenheit. El uso del

sistema de recirculación de gas 100 puede reducir o eliminar la necesidad de un insuflador 127 para inyectar gas CO₂ adicional en la cavidad peritoneal y también puede mantener un nivel de humedad razonable en la cavidad peritoneal, lo opuesto al CO₂ agregado, el cual, a menos que primero pase a través de un humidificador-calentador de gas (un costo adicional), será muy seco, por lo general al 0 % de humedad relativa. La recirculación del gas no solo reducirá el entrada del 0 % de humedad relativa, pero también puede prevenir el efecto de respiración que el insuflador 127 causa cuando trata de mantener la presión en la cavidad peritoneal, y puede prevenir la emisión de grandes cantidades de gas CO₂ en el quirófano. Por ejemplo, los sistemas pasivos de remoción de humo que permiten velocidades de filtración de seis litros por minuto pueden emitir hasta 270 litros de gas CO₂ en el quirófano durante un procedimiento normal de vesícula biliar que dure 45 minutos. En consecuencia, el sistema de recirculación de gas 100 es un método económico que mantiene la humedad del gas adecuada en la cavidad peritoneal.

[0040] Haciendo referencia a la figura 2, se puede observar una modalidad de un sistema de recirculación de gas 200. El sistema de recirculación de gas 200 puede incluir algunas de las características de funcionamiento y de los mismos componentes como los del sistema de recirculación de gas 100. El sistema de recirculación de gas 200 puede incluir una bomba de recirculación 205, un trocar de entrada 210, un trocar de salida 215, un tubo de entrada 220, y un tubo de salida 225. El tubo de salida 225 puede incluir un filtro y/o una trampa de fluidos 230. El tubo de entrada 220 puede incluir un filtro 232. Una válvula 235 puede conectar el trocar de salida 215 al tubo de salida 225. Una válvula 236 puede conectar el trocar de entrada 210 al tubo de entrada 220. Las válvulas 235, 236 pueden operar con las mismas características, tales como el cierre automático cuando se desconecta y de la misma manera como lo hace la válvula 135.

[0041] La bomba de recirculación 205 puede ser una bomba de diafragma o cualquier otra bomba apropiada de desplazamiento positivo, que incluye un cartucho 206 y un motor 207. El cartucho 206 se puede desconectar del motor 207. El motor 207 puede ser cualquier clase de motor, El motor 207 puede ser, pero sin limitarse a, un motor de corriente directa ("DC"). El cartucho puede ser sellado para evitar que el gas escape del cartucho 206, excepto a través de la conexión al tubo de entrada 220 y el tubo de salida 225. El cartucho 206 puede componerse de múltiples componentes que se acoplan entre sí mediante, por ejemplo, soldadura ultrasónica, el uso de adhesivos, soldadura laser, conexión mecánica a presión con o sin un sello o mediante otro método conocido para combinar y sellar partes de acoplamiento. El cartucho 206 puede ser sellado para que esté

en comunicación fluida con la abertura al tubo de entrada 220 y el tubo de salida 223. En consecuencia, el gas dentro del cartucho 206 puede no entrar en contacto con el motor 207 u otras partes de la bomba de recirculación 205. El sistema de recirculación de gas puede ser un método económico para eliminar el humo quirúrgico de la cavidad peritoneal del paciente ya que el motor 207 no se contamina al hacer contacto con el gas proveniente de la cavidad peritoneal y, por lo tanto, se puede reutilizar sin necesidad de esterilizar. Las partes de la bomba de recirculación 205 que hayan podido contaminarse por el contacto con el gas proveniente de la cavidad peritoneal, por ejemplo, el cartucho 206, se pueden disponer.

[0042] Durante el procedimiento, el sistema de recirculación de gas 200 puede eliminar gas, incluyendo el humo quirúrgico de la cavidad peritoneal, preferiblemente a una tasa de flujo de 4-10 litros por minuto y más preferiblemente a una tasa de flujo de 6-8 litros por minuto. El gas de la cavidad peritoneal primero viaja a través del trocar de salida 215, a través de la válvula 235 y hacia el tubo de salida 225. El gas puede viajar a través de la trampa de fluido 230 la cual puede eliminar condensado/líquido que se forma debido al cambio de temperatura del gas (es decir, de la temperatura corporal a temperatura ambiente) y el olor si se usa una vara de carbón, (como se describe con anterioridad) o si se usa un filtro activado de carbón separado o integrado. El gas entonces viaja a través del cartucho 206 de la bomba de recirculación 205. El gas puede viajar a través un filtro que se encuentra antes o después de la bomba de recirculación 205, tal como el filtro 230 o el 232. El filtro puede eliminar materia particulada y otros contaminantes del gas. El filtro está hecho preferiblemente de un material que proporciona una caída de presión de no más de 12,3 mmHG (1639.865 Pa) a una tasa de flujo de 20 litros por minuto. El gas se puede inyectar de nuevo en la cavidad peritoneal a través de un tubo de entrada 220, de una válvula 236 y de un trocar de entrada 210.

[0043] El sistema de recirculación 200 puede incluir el controlador 240 para controlar la operación del motor 207. El controlador 240 se puede combinar con, o se puede usar en conjunto con, un insuflador conectado al sistema de recirculación 200. El controlador 240 puede ser de la marca de controladores Tiva® (Texas Instruments). El controlador 240 se puede utilizar para detectar condiciones de funcionamiento y fallas del motor 207 y/o problemas de seguridad en el sistema de recirculación de gas 200. El controlador 240 puede detectar la cantidad de energía que el motor 207 consume, tal como la medida del voltaje para el motor 207. El controlador 240 puede detectar o determinar que una falla o un problema de seguridad han ocurrido en el sistema de recirculación de gas 200

basándose en la cantidad de energía que el motor 207 consume. Por ejemplo, el controlador 240 puede determinar que una condición de falla o un problema de seguridad se presentan si el motor 200 consume más energía de la esperada, según medida por un incremento en el voltaje o por una corriente mayor a la cantidad predeterminada. El controlador 240 puede provocar que el motor 207 se apague si una condición de falla o un problema de seguridad ocurren. El uso del controlador 240 para detectar fallas o problemas de seguridad en el sistema de recirculación de gas 200 puede ser más económico que el uso de sensores.

[0044] Las válvulas 235 y 236 se pueden configurar para que se cierren si se desconectan del trocar de salida 215 y del trocar de entrada 210 respectivamente. El cierre de la válvula 235 cuando se desconecta del trocar de salida 215 puede restringir el arrastre del aire ambiente al costado de succión del sistema de recirculación de gas 200. Cualquier aire ambiente arrastrado en el sistema de recirculación de gas 200 se debería inyectarse en la cavidad peritoneal mediante la bomba de recirculación 205. El cierre de la válvula 236 cuando se desconecta del trocar de entrada 210 puede evitar la emisión de gas de la cavidad peritoneal al entorno ambiental.

[0045] El cierre de las válvulas 235 o 236 puede crear una presión diferencial en el circuito de gas del sistema de recirculación de gas 200. Una presión diferencial puede incrementar la carga sobre el motor 207, según medida por un incremento en el voltaje o en la corriente que el motor 207 consume. Si el incremento en voltaje o en corriente está por encima del valor de umbral predeterminado, el controlador 240 puede detectar una condición de falla o problema de seguridad en el sistema de recirculación de gas 200. El controlador 240 puede provocar que el motor 207 se apague tras detectar una condición de falla o problema de seguridad en el sistema de recirculación de gas 200. Por ejemplo, la válvula 235 se cerrará si la válvula 235 y el tubo de salida se desconectan del trocar de salida 215. El cierre de la válvula 235 hará que la bomba de recirculación 205 hale la succión en un tubo cerrado, el cual forzará la bomba de recirculación 205 a trabajar más fuerte y que el motor 207 consuma más energía con el fin de mantener su velocidad apropiada. El incremento en la energía que el motor 207 consume puede resultar en una condición de falla si el aumento de voltaje o de corriente está por encima de un valor predeterminado. Tras detectar la condición de falla causada por la desconexión de la válvula 235 del trocar de salida 215, el controlador 240 puede provocar que la bomba de recirculación 205 se apague. De manera similar, la válvula 236 se cerrará si la válvula 236 y el tubo de entrada 220 se desconectan del trocar de entrada 210. El cierre de la válvula

236 hará que la bomba de recirculación 205 bombee contra un tubo cerrado o “cabeza muerta”, lo que forzará la bomba de recirculación 205 a trabajar más fuerte y que el motor 207 consuma más energía con el fin de mantener la velocidad apropiada. El incremento en la energía que el motor 207 consume puede resultar en una condición de falla si el aumento de voltaje o de corriente está por encima de un valor predeterminado. Tras detectar la condición de falla causada por la desconexión de la válvula 236 del trocar de entrada 210, el controlador 240 puede provocar que la bomba de recirculación 205 se apague. En consecuencia, el sistema de recirculación de gas 200 puede monitorear el estado del tubo de salida 225 y el tubo de entrada 220 usando el controlador 240 para monitorear el motor 207.

[0046] De forma similar, el sistema de recirculación de gas 200 puede monitorear el estado de conexión del trocar de entrada 210 y del trocar de salida 215 con la cavidad peritoneal. Remover el trocar de entrada 210 o el trocar de salida 215 de la cavidad peritoneal afectará el funcionamiento de la bomba de recirculación 205 y el motor 207 por el cambio de la presión de la fuente de succión o de la fuente de emisión de la bomba de recirculación. El controlador 240 puede detectar el cambio en el funcionamiento del motor 207 y determinar que el trocar de entrada 210 o el trocar de salida 215 ha sido retirado de la cavidad peritoneal. Por ejemplo, remover el trocar de entrada 210 de la cavidad peritoneal disminuiría la energía que el motor 207 necesita para mantener la misma velocidad porque la bomba de recirculación ya no estaría bombeando para superar la presión intraperitoneal. El controlador 240 puede determinar la energía reducida que el motor 207 consume y determina que el trocar de entrada 210 se ha desconectado de la cavidad peritoneal. El controlador 240 puede entonces provocar que la bomba de recirculación 205 se apague para prevenir que el gas de la cavidad peritoneal entre en el entorno ambiental.

[0047] El sistema de recirculación de gas 200 puede incluir una interfaz de usuario 245, por ejemplo, una computadora, para permitir que un operador determine o confirme el estado del sistema de recirculación de gas 200. Por ejemplo, si el controlador 240 apaga la bomba de recirculación 205 porque la válvula 235 se desconecta del trocar de salida 215, la interfaz de usuario puede mostrar que la bomba de recirculación 205 está apagada y que la causa probable es la desconexión del tubo de salida 225 del trocar de salida 215. Un operador puede confirmar que el tubo de salida 225 se desconectó del trocar de salida 215 y luego reconectarlo para reiniciar la bomba de recirculación de gas 205. Igualmente, un operador puede determinar si otras condiciones de falla han ocurrido, tales como:

bloqueos, restricciones excesivas en la ruta del gas, o fugas en la ruta del gas, tal como como un tubo averiado o desconectado.

[0048] Haciendo referencia a la figura 3 y a la figura 4, se puede observar una modalidad de un cartucho 306 usado en una bomba de recirculación. El cartucho 306 se puede utilizar en una bomba de recirculación, por ejemplo, la bomba de recirculación 205 descrita en relación a la figura 2. La figura 3 y la figura 4 muestran una vista parcial en sección transversal del cartucho 306. Para describir mejor el funcionamiento del cartucho 306 se han incluido las flechas que muestran la ruta de flujo de gas. El cartucho 306 incluye una conexión 350 al tubo de salida, como el tubo de salida 225 en la figura 2, que se puede conectar a una cavidad peritoneal. El cartucho 306 incluye una conexión 352 al tubo de entrada, como el tubo de entrada 220 en la figura 2, que se puede conectar a una cavidad peritoneal.

[0049] El gas de la cavidad peritoneal entra al cartucho 306 a través de la conexión 350, como lo muestra la flecha en la figura 3. El cartucho 306 puede incluir las válvulas 354 y 360. El gas viaja al cartucho 306 a través de la válvula 354 hacia la cámara de diafragma 356, tal como lo muestra la flecha en la figura 3. El gas viaja al exterior del cartucho 306 desde la cámara de diafragma 356 a través de la válvula 360, tal como lo muestra la flecha en la figura 4 (descrita más adelante). Las válvulas 354 y 360 pueden ser válvulas en forma de sombrilla (*umbrella valves*). El diámetro de la abertura de gas 362 a través de las válvulas 354 y 360 puede ser entre 0,05 pulgadas (0.00127 metros) y 0,15 pulgadas (0.00381 metros) y preferiblemente puede ser de un diámetro de 0,085 pulgadas (0.002159 metros). La abertura de gas 362 puede incluir más de una abertura concéntrica de tal manera que el área combinada de la abertura de gas 362 se dimensione para permitir las tasas de flujo dentro de un rango de 4 litros por minuto hasta 10 litros por minuto y un rango preferido de 7 a 8 litros por minuto. Aunque las tasas de flujo de 4-10 litros por minuto sea un rango de flujo aceptable, se pueden alcanzar velocidades mayores o menores al alargar o reducir el tamaño del cartucho, al aumentar o disminuir la longitud de los tiempos (*stroke*) del motor para cambiar el volumen creado dentro de la cavidad del diafragma o al incrementar la velocidad del motor.

[0050] El cartucho 306 puede incluir un diafragma 358 en la cámara de diafragma 256. El movimiento del diafragma 358 alejado de las válvulas 354 y 360 abre y extrae la válvula 354 y extrae gas a través de la válvula 354 hacia la cámara de diafragma 356, tal como lo muestra la flecha en la figura 3. La válvula 354 se puede abrir cuando el diafragma 358 se aleja de las válvulas 354 y 360, que puede extraer gas de la cavidad peritoneal a través del

tubo de salida y hacia la cámara de diafragma 356, tal como se muestra en la figura. La válvula 360 se puede cerrar cuando el diafragma 358 se aleja de las válvulas 354 y 360, que evita que el gas se salga o entre la cámara de diafragma 356 a través de la válvula 360.

[0051] El movimiento del diafragma 358 hacia las válvulas 354 y 360 abre la válvula 360 y empuja el gas desde la cámara de diafragma 356 a través de la válvula 360 y afuera del cartucho 306 a través de la conexión 352, tal como lo muestra las flechas en la figura 4. El movimiento del diafragma 358 hacia las válvulas 354 y 360 cierra la válvula 354, la cual evita que empuje el gas fuera de la cámara de diafragma 356 a través de la conexión 350. El movimiento reciproco del diafragma 358 hacia, y, alejándose de las válvulas 354 y 360 extrae gas de la cavidad peritoneal, a través de cualquier filtro o trampa de líquidos en el tubo de salida, y, empuja el gas de regreso a la cavidad peritoneal a través del tubo de entrada.

[0052] Las figuras 5-7 muestran otro ejemplo de modalidades de cartuchos para su uso en una bomba de recirculación tal como la bomba de recirculación 205 descrita en relación a la figura 2. Los componentes y las características de funcionamiento de los cartuchos que se muestran en las figuras 5-7 pueden ser similares a las de cartucho 306 descrito con anterioridad.

[0053] La figura 5A muestra una vista de despiece del cartucho 506. El cartucho 506 incluye las conexiones 550, 552, las válvulas 554, 560, el diafragma 558 y el dispositivo de succión (destapador) 564. Las válvulas 554 y 560 pueden ser válvulas tipo sombrillas. La conexión 550 puede ser la entrada de gas en el cartucho 506. La conexión 552 puede ser la salida de gas desde el cartucho 506. El destapador 564 puede mover el diafragma 558 hacia las válvulas 554 y 560 con el fin de recircular el gas a través de la cavidad peritoneal, tal como se ha descrito con anterioridad haciendo referencia a las figura 3 y a la figura 4.

[0054] La figura 5B muestra una vista en perspectiva no despiezada del cartucho 506. La figura 5C muestra una vista frontal del cartucho 506. La figura 5D muestra una vista lateral del cartucho 506.

[0055] La figura 6A muestra una vista de despiece del cartucho 606. El cartucho 606 incluye las conexiones 650, 652, las válvulas 654, 660, el diafragma 658 y el dispositivo de succión (destapador) 664. Las válvulas 654 y 660 pueden ser válvulas tipo sombrillas. La conexión 650 puede ser la entrada de gas en el cartucho 606. La conexión 652 puede ser la salida de gas desde el cartucho 606. El destapador 664 puede mover el diafragma 658 hacia las válvulas 654 y 660 con el fin de recircular el gas a través de la cavidad peritoneal, tal como se ha descrito con anterioridad haciendo referencia a las figura 3 y a la figura 4.

[0056] La figura 6B muestra una vista en perspectiva no despiezada del cartucho 606. La figura 6C muestra una vista frontal del cartucho 606 con dimensiones a manera de ejemplos. La figura 6D muestra una vista lateral del cartucho 606 con dimensiones a manera de ejemplos. Las dimensiones y las orientaciones de los componentes del cartucho 606 pueden variar dependiendo de los requisitos operacionales.

[0057] La figura 7 muestra vistas múltiples de la sección de entrada/salida de gas del cartucho 706. La figura 7A muestra una vista en perspectiva de la sección de entrada/salida de gas del cartucho 706. La figura 7B es una vista frontal de la sección de entrada/salida de gas del cartucho 706. La figura 7C es una vista inferior de la sección de entrada/salida de gas del cartucho 706 con dimensiones a manera de ejemplo. La figura 7D es una vista lateral de la sección de entrada/salida de gas del cartucho 706. La figura 7E es una vista posterior de la sección de entrada/salida de gas del cartucho 706 con ejemplos a manera de ejemplos. La figura 7F es una vista lateral en sección cruzada de la sección de entrada/salida de gas del cartucho 706 con ejemplos a manera de ejemplos. La figura 7G es otra vista lateral en sección cruzada de la sección de entrada/salida de gas del cartucho 706 con ejemplos a manera de ejemplos. La figura 7H es una vista inferior en sección cruzada de la sección de entrada/salida de gas del cartucho 706 con ejemplos a manera de ejemplos. Las dimensiones y las orientaciones de los componentes del cartucho 706 pueden variar dependiendo de los requisitos operacionales.

[0058] Haciendo referencia a la figura 8, se puede observar una modalidad de una bomba de recirculación 805. La bomba de recirculación 805 puede incluir un cartucho 806, un motor 807, un ensamblaje de cigüeñal (*crank assembly*) 866, brazos de bloqueo 868 y un soporte del cartucho 870. Los componentes y las características de funcionamiento de la bomba de recirculación 805 pueden ser similares a las de la bomba de recirculación 305 descritas con anterioridad. El motor 807 puede conectarse al ensamblaje de cigüeñal 866 a través de un acoplamiento mecánico. El motor 807 puede proporcionar un movimiento rotacional al ensamblaje de cigüeñal 866. El ensamblaje de cigüeñal 866 puede convertir el movimiento rotacional en movimiento recíproco. El movimiento recíproco del ensamblaje de cigüeñal 866 puede mover un diafragma dentro del cartucho 806, como se describió anteriormente haciendo referencia a la figura 3. La figura 8A muestra el cartucho 806 desacoplado de la bomba de recirculación 805. El cartucho 806 se puede desacoplar de la bomba de recirculación 805 con el fin de esterilizar o disponer el cartucho 806. Ya que el cartucho 806 puede ser el único componente de la bomba de recirculación 805 que entra en contacto con el gas de la cavidad peritoneal del paciente, los componentes

restantes de la bomba de recirculación 805 se pueden reutilizar con un paciente diferente sin poner en riesgo la seguridad del paciente.

[0059] La figura 8B muestra el cartucho 806 insertado en el soporte del cartucho 870 de la bomba de recirculación 805. El cartucho 806 puede asegurarse dentro de la bomba de recirculación 805 con los brazos de bloqueo 868. Los brazos de bloqueo 868 pueden incluir una salientes 872 diseñadas para caber dentro de las cavidades 874 que se encuentran en el cartucho 806. Las salientes 872 se pueden observar mejor en la figura 8D. Las cavidades 874 se pueden observar mejor en la figura 8C. El cartucho 806 puede asegurarse dentro del soporte del cartucho 870 cuando las salientes 872 se colocan en las cavidades 874, tal como se observa en la figura 8F. El cartucho 806 puede liberarse del soporte del cartucho 870 al oprimir los extremos de los brazos de bloqueo 868 y luego levantando el cartucho 806 del soporte del cartucho 870. El método para asegurar y liberar el cartucho 806 de la bomba de recirculación 8005 puede variar dependiendo de los requisitos operacionales.

[0060] Haciendo referencia a la figura 9, se puede observar una modalidad del sistema de recirculación de gas 900. El sistema de recirculación de gas 900 puede incluir componentes y características de funcionamiento similares a las de los sistemas de recirculación de gas descritos en las figuras 1-8. El sistema de recirculación de gas 900 puede incluir una bomba de recirculación 905, un cartucho de bomba 906, un motor 907, un trocar de entrada 910, un trocar de salida 915, las válvulas 935 y 936, una trampa de fluidos 930, un filtro 932, un controlador 940, una interfaz de usuario 945 y una fuente de alimentación 976. El controlador 940 puede incluir un circuito de control de motor CC 978 (motor de corriente continua) y un circuito de procesador de 980. La interfaz de usuario 945 puede incluir un computador con un software, tal como el software LabView® para controlar algunos o todos los componentes del sistema de recirculación de gas 900.

[0061] El sistema de recirculación de gas 900 puede monitorear la carga puesta sobre el motor 907 con el fin de detectar fallas o problemas de seguridad con el sistema de recirculación de gas 900. La carga sobre el motor 907 se puede monitorear mediante la medición del cambio de corriente a través de una resistencia que se encuentra en la ruta de energía del motor 907. La corriente cambiará a medida que la carga sobre el motor 907 cambie. La medición de corriente se puede medir en tiempo real o puede incluir un retraso. Un cambio en la corriente por encima o por debajo de un valor predeterminado puede indicar que el sistema de recirculación de gas 900 presente una falla o problema de seguridad y puede llevar a que la bomba de recirculación 905 se apague. Se puede incluir

el software, por ejemplo, en el controlador 940, para que detecte un cambio en la corriente y así haga que el motor 907 se apague.

[0062] El valor predeterminado de corriente que define cuando una falla o problema de seguridad ocurre se puede basar en la corriente promedio cuando el sistema de recirculación de gas 900 funciona con normalidad. Una medida de corriente por encima del valor promedio puede indicar una condición de falla o de seguridad, tal como una válvula desconectada 935 o 936, o una oclusión en el tubo que conecta la bomba de recirculación 905 a la cavidad peritoneal del paciente. Por ejemplo, si la corriente promedio medida mientras el motor 907 se encontraba conduciendo un diafragma en el cartucho 906 durante una operación normal era de 0,3A, una medición de corriente de 0,4A puede indicar una oclusión en el tubo que conecta la bomba de recirculación 905 a la cavidad peritoneal del paciente, y una medida de corriente de 0,5A puede indicar que una de las válvulas 935 o 936 estaban desconectadas. Otros métodos o estadísticas se podrían utilizar cuando una condición de falla o de seguridad ocurren, tales como al usar una diferencia de corrientes medidas o una comparación contra una plantilla de tiempo almacenado o plantilla de frecuencia. Adicionalmente o como alternativa, un procesador en el controlador 940 puede tener la capacidad de una Transformada rápida de Fourier para analizar el contenido de frecuencia de la señal de medición de corriente.

[0063] La interfaz M1 entre el cartucho de bomba 906 y el motor 907 puede ser una interfaz mecánica. La interfaz M1 puede ser diseñada para operar de forma adecuada por periodos continuos mayores que el tiempo en el que se usa el sistema de recirculación de gas durante un procedimiento quirúrgico. Por ejemplo, si el tiempo máximo de un procedimiento quirúrgico es de cuatro horas, la interfaz M1se puede diseñar para que opere de manera continua sin errores durante ocho horas.

[0064] La velocidad del motor 907se puede especificar para que permita la liberación de gas CO₂ a una velocidad de 7 litros por minuto. Un motor adecuado para el motor 907 puede incluir el motor de alta velocidad marca Moog®. Los parámetros de operación claves para el motor 907 pueden ser el torque, la velocidad y las condiciones de falla. La corriente para la operación del motor 907 se puede especificar de varias maneras, tal como la corriente de operación normal, la corriente de falla, la corriente del estado de inflado y la corriente del estado de desinflado. Estos valores de corriente se pueden utilizar para definir cuándo se debe apagar el motor 907 debido a una condición de falla o seguridad.

[0065] La interfaz E1 está entre el motor 907 y el circuito de control de motor CC 978. Puede haber ocho líneas en la interfaz E1. Las ocho líneas pueden incluir una línea por cada una de las tres fases de manejo del motor 907, una línea por cada sensor de Hall, una línea para darle corriente a los sensores de Hall y una línea a tierra

[0066] La interfaz E3 está entre el circuito de control de motor CC 978 y el circuito de procesador 980. Puede haber líneas múltiples en esta interfaz dependiendo del método de control de velocidad y retroalimentación.

[0067] La velocidad del motor 907 se puede controlar mediante el uso de dos métodos: control de voltaje y digital del motor. El primer método que usa control de voltaje daría como resultado en que el circuito de procesador 980 envíe un voltaje al circuito de control 978 a través de un potenciómetro o de una señal modulada por ancho de pulsos. Para referencia, en este método la velocidad total del motor 907 se puede alcanzar haciendo que el circuito de procesador 980 proporcione un voltaje de 3,25V al circuito de control de motor. El segundo método involucraría en el circuito de procesador 980 envíe una señal digital al circuito de control de motor 978.

[0068] El sistema de recirculación 900 puede detectar dos estados de falla que son recuperables, tal como el estado de falla de inflado y el estado de falla de desinflado. Otros estados de falla que no son recuperables pueden ocurrir tal como un problema con el motor 907. El estado falla de inflado puede ser cuando el circuito de gas en el costado de succión de la bomba de recirculación de gas 905 está averiada de modo que el aire ambiente se dirige al sistema de recirculación de gas 900, por ejemplo, si la válvula 935 se desconecta del trocar de salida 915. Dicho estado se llama “inflado” por que la bomba de recirculación 905 puede inflar la cavidad peritoneal del paciente con aire ambiente si la bomba de recirculación 905 no se apaga. Una alternativa para apagar la bomba de recirculación 905 si un estado de falla inflado ocurre puede ser para disminuir el flujo de gas a través de la bomba de recirculación 905 a una cantidad mínima con el fin de minimizar la cantidad de aire ambiente que se bombea a la cavidad peritoneal. El estado de falla desinflado puede ser cuando el circuito de gas en el costado de emisión de la bomba de recirculación de gas 905 se avería de modo que el gas de la cavidad peritoneal se bombea al entorno ambiental, por ejemplo, si la válvula 936 se desconecta del trocar de entrada 910. Dicho estado se llama “desinflado” porque la cavidad peritoneal puede empezar a desinflarse debido a la pérdida de gas del sistema de recirculación de gas 900. Un estado de falla de desinflado pueda causar la activación de un insuflador conectado a

la cavidad peritoneal con el fin de mantener el nivel de inflación deseado o de presión en la cavidad peritoneal.

[0069] El sistema de recirculación de gas 900 se puede controlar a través de una interfaz de usuario 945. La interfaz de usuario se puede encontrar en el sistema de recirculación de gas 900 y/o en un computador conectado al sistema de recirculación de gas 900. La interfaz de usuario puede ser una interfaz multimodo la cual se puede controlar con un software, tal como el LabView®. El primer modo puede ser Salida y el segundo modo puede ser Control. En el modo Salida el procesador en el controlador 940 puede sacar información relacionada con el monitoreo del motor 907. Dicha información puede incluir la velocidad del motor (RPM), corriente (mA), voltaje (V) y el estado del motor.

[0070] Haciendo referencia a la figura 10, se puede observar una modalidad de un sistema de recirculación de gas 1000. El sistema de recirculación de gas 1000 puede incluir componentes y características de funcionamiento similares como los sistemas de recirculación de gas descritos en las figuras 1-9. El sistema de recirculación de gas 1000 puede incluir un acople magnético entre el accionador del diafragma 1081 y el brazo de acoplamiento del motor 1082 de modo que cuando se inserta en posición el cartucho de bomba 1006, un imán en el accionador del diafragma 1081 se lleva hacia un imán sobre el brazo de acoplamiento del motor 1082. Una vez se los imanes se unen, el accionador del diafragma seguirá el brazo de acoplamiento del motor 1082 hacia arriba y hacia abajo produciendo así la acción de bombeo en el cartucho de bombeo 1006 (como se ha descrito anteriormente), a medida que el brazo de acoplamiento del motor 1082 se mueve hacia arriba y hacia abajo. El acoplamiento magnético puede ser un electroimán que tiene un ciclo de activación y desactivación para crear y liberar el acoplamiento entre el accionador del diafragma 1081 y el brazo de acoplamiento del motor 1082 de modo que el cartucho de bomba 1006 se pueda remover. Alternativamente, el acoplamiento magnético puede ser uno diferente al electroimán. La figura 10A muestra el cartucho de bomba 1006 con un imán sobre el accionador del diafragma 1081 antes de insertarse y acoplarse al brazo de acoplamiento del motor 1082. La figura 10B muestra el cartucho de bomba 1006 después de insertarse y el accionador del diafragma 1081 se acopla magnéticamente al brazo de acoplamiento del motor 1082.

[0071] Alternativamente en vez de usar un motor con un brazo de cigüeñal para mover el accionador del diafragma 1081 hacia arriba y hacia abajo, un campo magnético oscilante se puede utilizar para mover un imán acoplado a, o incrustado en el accionador del diafragma 1081 con el fin de mover el accionador del diafragma 1081 hacia arriba y hacia

abajo y crear una acción de bombeo en el cartucho de bomba 1006. Adicionalmente o como alternativa, un resorte que se encuentra dentro del cartucho de bomba 1006 podría proporcionar un movimiento hacia arriba del diafragma, mientras un motor con un brazo de cigüeñal podría proporcionar el movimiento hacia abajo.

[0072] La figura 11 divulga una modalidad de las válvulas que conectan el tubo de entrada y el tubo de salida a los trocares, tales como las válvulas 135, 235, 236 y 936. La válvula 1135 en la figura 11 puede incluir un collar rotatable con una sección móvil, de modo que cuando la válvula 1135 se conecta de manera firme, la válvula 1135 se abre para permitir el flujo de gas y cuando se desconecta, evita el flujo de gas. La figura 11^a muestra una vista de despiece de la válvula 1135, que puede incluir un ajuste macho de bloqueo Luer 1137 que se une con un ajuste hembra de bloqueo Luer (no se muestran) y rota para permitir el flujo de gas. La válvula 1135 también puede incluir un manguito y una conexión de tubo 1138 para conectar al tubo de entrada o de salida, un empaque o sello para prevenir fugas, y una parte para mantener los componentes restantes en su lugar. La figura 11B muestra un vista desde un extremo de la válvula 1135 y la figura 11C muestra una vista lateral de la válvula 1135. Las figuras 11D, 11E y 11F muestran vistas en sección de la válvula 1135. La figura 11F muestra las pestañas 1139 que evitan la sobre-rotación de la porción del ajuste macho de bloqueo Luer 1137 de la válvula 1135.

[0073] La figura 12 divulga una vista seccional de la válvula 1135 en la configuración de flujo abierto. Las flechas en la figura 12 divulgan el camino de flujo de gas a través de la válvula 1135 cuando el ajuste macho de bloqueo Luer 1137 se gira para permitir el flujo de gas cuando la válvula 1135 se conecta a un trocar, el ajuste macho de bloqueo Luer 1137 gira dentro del manguito estacionario 1138, alineando las aberturas en el ajuste macho de bloqueo Luer 1137 con las aberturas en el manguito 1138 y permitiendo que el gas pase. Cuando la válvula 1135 se desconecta, las aberturas se desalinean y bloquean el flujo de gas.

[0074] La figura 13 es una vista seccional de la válvula 1135 en la configuración de flujo cerrado. Las flechas en la figura 13 divulgan el camino del flujo de gas que para en la válvula 1135 cuando el ajuste macho de bloqueo Luer 1137 se gira para evitar el flujo del fluido.

[0075] La figura 14 divulga una modalidad de un sistema de recirculación de gas 1400. El sistema de circulación 1400 puede incluir componentes y características de funcionamiento similares como en el sistema de recirculación de gas descrito en las figuras 1-13. El sistema de recirculación de gas 1400 puede incluir una válvula de bypass

1483 que se encuentra en el tubo de salida 1425 y en el tubo de entrada 1420. Las flechas que se encuentran en la figura 14 pueden mostrar los caminos de flujo de gas. La válvula de bypass por lo general puede estar cerrada de modo que no haya camino de flujo de gas entre el tubo de salida 1425 y el tubo de entrada 1420. Cuando se abre la válvula de bypass 1483 puede crear un camino de flujo de gas desde el tubo de entrada 1420 hasta el tubo de salida 1425 tal como lo muestran las flechas de la figura 14. El camino de flujo de gas desde el tubo de entrada 1420 hasta el tubo de salida 1425 pueden crear una trayectoria circular de gas alrededor de cartucho de bomba 1406 que puede limitar la presión de corriente abajo que se puede generar durante el ciclo de bombeo. Por ejemplo, abrir la válvula de bypass 1483 puede desviar una parte del flujo de gas del cartucho de bomba 1406 hacia el tubo de salida 1425, el cual puede evitar un incremento de presión corriente debajo de la válvula de bypass 1483. La válvula de bypass 1483 puede ser un válvula de liberación de presión de una sola vía, tal como una válvula Minivalve o una válvula Halkey/Roberts®, o como una válvula Duck Bill o una válvula Spring Loaded. La válvula de bypass 1483 se puede seleccionar para que se abra de manera automática basándose en la presión presente en el costado de entrada de la válvula de bypass 1483, o en otra ubicación corriente abajo del cartucho de bomba 1406. Por ejemplo, la válvula de bypass 1483 se puede seleccionar para que se abra a una presión tan baja como 0,1 psi (689.476 Pa) a una presión mayor que 10 psi (68947.6 Pa), dependiendo de la aplicación. Se prefiere que una válvula de bypass 1483 se abra cuando la presión es aproximadamente en el rango de 0,15 psi (1034.214 Pa) a 0,55 psi (1034.214 Pa).

[0076] La figura 15 divulga una modalidad de una trampa de humedad, tal como las trampas de humedad 130, 230 y 930. La trampa de humedad 1530 en la figura 15 se puede encontrar en el tubo de salida (no se muestra) donde el gas fluye desde el paciente a la bomba de recirculación (no se muestra), tal como lo muestran las flechas en la figura 15B. La figura 15B muestra una vista en sección de la trampa de humedad 1530 que incluye el tubo 1584 que se extiende dentro de la trampa de humedad 1530. El tubo 1584 comienza en el costado de entrada de gas de la trampa de humedad 1530 y se puede extender hacia la salida de la trampa de humedad 1530, pero no puede entrar en contacto con la salida de la trampa de humedad 1530 de modo que haya un vacío entre el extremo del tubo 1584 y la salida de la trampa de humedad 1530. El vacío puede permitir que el líquido que se encuentra en el gas caiga antes que el gas alcance la salida de la trampa de humedad 1530. El líquido que se elimina del gas se puede recolectar dentro de la trampa de humedad 1530. El tamaño del vacío entre el extremo del tubo 1584 y la salida de la

trampa de humedad 1530 se puede variar dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, las aplicaciones con velocidades mayores de gas pueden necesitar un vacío más grande para permitir que el líquido en el gas caiga, mientras que las aplicaciones con velocidades de gas relativamente menores pueden necesitar un vacío más pequeño para permitir que el líquido en el gas caiga. La trampa de humedad 1530 puede no incluir material absorbente para recolectar el líquido dentro de la trampa de humedad 1530. La trampa de humedad 1530 y sus componentes se pueden fabricar con cualquier material adecuado para que entre en contacto con el líquido, tal como el plástico o el metal.

[0077] La figura 16 divulga otra modalidad de una trampa de humedad, tal como las trampas de humedad 130, 230, 930 y 1530. La trampa de humedad 1630 en la figura 16 se puede encontrar en el tubo de entrada (no se muestra) donde el gas fluye desde la bomba de recirculación (no se muestra) hacia paciente, tal como lo muestran las flechas en la figura 16B. La figura 16B muestra una vista en sección de la trampa de humedad 1630 que incluye el tubo entrada 1685 y el tubo de salida 1685 donde ambos se extienden dentro de la trampa de humedad 1630. El tubo de entrada 1684 comienza en el costado de entrada de gas de la trampa de humedad 1630 y se puede extender hacia la salida de la trampa de humedad 1630. El tubo de salida 1685 comienza en el costado de salida de gas de la trampa de humedad 1630 y se puede extender hacia la entrada de la trampa de humedad 1630. El tubo de entrada 1684 y el tubo de salida 1685 se pueden extender más allá el uno del otro dentro de la trampa de humedad 1630, creando una superposición como se muestra en la figura 16B, de modo que el gas que entra en la trampa de humedad 1630 desde el tubo de entrada 1684 no pueda fluir directamente en el tubo de salida 1685 sin primero fluir a través del interior de la trampa de humedad 1630. La figura 16B muestra que el tubo de entrada 1684 y el tubo de salida 1685 pueden incluir curvas de modo que las porciones de los tubos se superposicionen mientras que la entrada del tubo de entrada 1684 y la salida del tubo de salida de 685 permanecen axialmente alineados. El líquido dentro del gas puede caer mientras esté fluyendo a través del interior de la trampa de humedad 1630 y antes que esté fluya fuera de la trampa de humedad 1630 a través del tubo de salida 1685. El líquido que se elimina del gas se puede recolectar dentro de la trampa de humedad 1630. La trampa de humedad 1630 puede incluir material absorbente para recolectar el líquido dentro de la trampa de humedad 1630. La trampa de humedad 1630, y sus componentes se pueden fabricar con cualquier material adecuado para que entre en contacto con el líquido, tal como el plástico o el metal.

[0078] La figura 17 divulga una modalidad de un sistema de circulación de gas 1700. El sistema de recirculación de gas 1700 puede incluir componentes y características de funcionamiento similares como los sistemas de recirculación que se han descrito en las figuras 1-16. El sistema de recirculación de gas 1700 puede incluir un área encerrada de la bomba de recirculación 1786 aloja algunos de sus componentes del sistema de Recirculación de gases 1700, de modo que la bomba de recirculación 1705, el cartucho de bomba 1706, el motor 1707, el controlador 1740, la interfaz de usuario 1745, la fuente de alimentación 1776, el circuito de control de motor CC 1778 y el circuito de procesador 1780.

[0079] La figura 17A divulga el sistema de recirculación de gas 1700 con la puerta del cartucho abierta mostrando el cartucho de bomba 1706 instalada dentro del área encerrada 1786. La figura 17C es una vista de sección detallada del sistema de recirculación de gas 1700 que muestra el mecanismo de bloqueo del cartucho de bomba 1787. El mecanismo de bloqueo del cartucho de bomba 1787 puede incluir un resorte 1788 con la bola 1789 localizada en el extremo del resorte 1788. El resorte 1788 puede ejercer fuerza sobre el cartucho de bomba 1706 a través de la bola 1789, la cual puede asegurar el cartucho de bomba 1706 dentro del área de encerrada 1786. Como alternativa, el resorte 1788 puede ejercer fuerza directamente sobre el cartucho de bomba 1706 sin la bola 1789.

[0080] La figura 18A es una vista en perspectiva del sistema de recirculación de gas 1700 con el cartucho de bomba 1706 en una posición de pre inserción. La figura 18B es una vista en perspectiva del sistema de recirculación de gas 1700 con el cartucho de bomba 1706 instalado en el área encerrada 1786.

[0081] La figura 19A es una vista en perspectiva del sistema de recirculación de gas 1700 con la puerta del cartucho cerrada. La figura 19B es una vista en perspectiva del sistema de recirculación de gas 1700 con la puerta del cartucho abierta sin el cartucho de bomba 1706.

[0082] La figura 20 divulga vistas del sistema de recirculación de gas 1700 con la puerta del cartucho cerrada. Las dimensiones que se muestran la figura 20 son a manera de ejemplo y se pueden modificar de acuerdo a la aplicación del sistema de recirculación de gas 1700.

[0083] La figura 21 divulga una modalidad de un sistema de recirculación de gas 2100. El sistema de recirculación de gas 2100 puede incluir componentes y características de funcionamiento similares como los del sistema de recirculación que se ha descrito en las

figuras 1-20. El sistema de recirculación de gas 2100 puede incluir el cartucho de bomba 2106 con un conector codificado 2190. El conector 2190 se puede describir en la Patente de EE.UU. No. 9.283.334, la cual se incorpora en el presente documento por referencia. El conector 2190 puede tener la capacidad de identificar si el cartucho de bomba correcto 2016 está conectado a la bomba de recirculación 2105, si el cartucho de bomba 2106 se ha utilizado previamente o seleccionar y ajustar el sistema de recirculación de gas 2100 para funcionar de acuerdo con los ajustes especiales, como por ejemplo, las tasas de flujo. Las figuras 21-21H muestran vistas en perspectiva del cartucho de bomba 2106 con el conector 2190.

[0084] La figura 22 divulga una modalidad de un sistema de recirculación de gas 2200. El sistema de recirculación de gas 2200 puede incluir características de funcionamiento y componentes similares como los de los sistemas de circulación de gas descritos en las figuras 1-21. El sistema de recirculación de gas 2200 puede incluir componentes que le permiten al cartucho de bomba 2206 (no se muestra) acoplarse con el brazo de acoplamiento de motor 2282 en una manera “ciega”, de modo que un usuario puede insertar el cartucho de bomba 2206 dentro del área encerrada del sistema de recirculación de gas 2286 (no se muestra) sin conocer la ubicación exacta del brazo de acoplamiento de motor 2282 y sin necesidad de inclinarse a observar el interior de área encerrada 2286 para poder ver la ubicación del brazo de acoplamiento de motor 2282. La figura 22 muestra un eje de acoplamiento 2291 que se extiende desde el frente del brazo de acoplamiento de motor 2282. El eje de acoplamiento 2291 puede incluir una porción de extremo cónica para facilitar la inserción del eje de acoplamiento 2291 dentro de la abertura correspondiente en el accionador de diafragma 2281 (no se muestra en la figura 22, se muestra en las figuras 5, 6, 8 y 21). El accionador de diafragma 2281 puede incluir una abertura cónica correspondiente (tal como se muestra en la figura 21). Un pin de localización 2292 se puede extender desde la parte posterior del brazo de acoplamiento de motor 2282. El pin de localización 2292 puede caber dentro de la ranura de localización 2293. La figura 22B muestra una vista detallada del eje de acoplamiento 2291 y del pin de localización 2292 que se extiende desde el brazo de acoplamiento de motor 2282. La ranura de localización 2293 se puede encontrar en la montura para el motor 2207 o en otra porción estacionaria del área encerrada 2286. El pin de localización 2292 se moverá hacia arriba y hacia abajo en la ranura de localización 2293 a medida que el motor 2207 hace que el brazo de acoplamiento de motor 2282 se mueva hacia arriba y hacia abajo. La ranura de localización 2293 restringirá el movimiento de lado a lado del pin de localización

2292. Ya que el pin de localización de 2292 está conectado con el brazo de acoplamiento de motor 2282, el movimiento restringido de lado a lado del pin de localización 2292 garantizará que el brazo de acoplamiento de motor 2282 y el eje de acoplamiento 2291 permanezcan aproximadamente en el mismo plano vertical, independientemente de donde se localice el brazo de acoplamiento del motor 2282 cuando el motor 2207 se detiene. En consecuencia, un usuario puede insertar fácilmente el cartucho de bomba 2206 dentro del área encerrada 2286 y acoplar el accionador de diafragma 2281 con el brazo de acoplamiento de motor 2282.

[0085] La figura 23 divulga vistas de porciones del sistema de recirculación de gases 2200. La figura 23A muestra una vista frontal de la montura para el motor 2207 y del brazo de acoplamiento de motor 2282 con el eje de acoplamiento 2291. La figura 23B muestra una vista lateral en sección de una montura para el motor 2207 junto con el motor 2207, el eje de acoplamiento 2291, y el pin de localización 2292. La figura 23C muestra una vista detallada del eje de acoplamiento 2291 y del pin de localización 2292 que se encuentran al frente y en la parte de atrás respectivamente del brazo de acoplamiento de motor 2282. La figura 23D muestra una vista lateral de la montura del motor 2207 junto con el motor 2207 y el pin de localización 2292 a medida que se extiende a través de la ranura de localización 2293. La figura 23E muestra una vista posterior de la montura para el motor 2207 junto con el motor 2207 y el pin de localización 2292 a medida que se extiende a través de la ranura de localización 2293. La figura 23F muestra una vista posterior detallada del pin de localización 2292 a medida que se extiende a través de la ranura de localización 2293.

[0086] La figura 24 divulga una modalidad de un sistema de recirculación de gas 2400. El sistema de recirculación del gas 2400 puede incluir características de funcionamiento y componentes similares como los de los sistemas de recirculación que se han descrito en las figuras 1-23. El sistema de recirculación del gas 2400 puede incluir componentes para evacuar gas CO₂ desde la cavidad peritoneal del paciente después de que se ha finalizado una cirugía laparoscópica. Por lo general cuando la cirugía laparoscópica finaliza, en un trocar que se insertó dentro del paciente se abre una conexión Luer, lo cual permite que el gas CO₂ escape del interior de la cavidad peritoneal del paciente hacia el quirófano. Aunque no es lo que se desea, el escape de gas CO₂ no se filtra y puede contener químicos aerosolizados, partículas, bacterias, etc. que permanece a partir del procedimiento quirúrgico.

[0087] El sistema de recirculación de gas 2400 puede incluir una válvula de tres vías 2494 localizada en el tubo de entrada 2420. El tubo de entrada 2420 fluye hacia el paciente. La figura 24A muestra que la válvula de tres vías 2494 se puede encontrar corriente abajo del filtro 2432 de modo que cualquier gas que fluye a través de la válvula de tres vías 2494 ya ha tenido impurezas que se han filtrado. La figura 24B es una vista detallada del sistema de recirculación del gas 2400 que muestra la válvula de tres vías 2494, el tubo de entrada 2420, el tubo de salida 2425 y el filtro 2432. Al final de un procedimiento quirúrgico, antes que la tubería de recirculación 2420, 2425 sea removida y mientras que la bomba de recirculación 2405 continúa en funcionamiento, la válvula de tres vías 2494 se puede configurar para evitar el flujo de gas hacia el paciente y permitir el flujo de gas hacia el quirófano. De esta forma, la bomba de recirculación 2405 bombeará hacia fuera el gas CO₂ desde la cavidad peritoneal del paciente con el filtro 2432 previniendo que cualquier contaminación salga del paciente. Usar la válvula de tres vías 2494 para permitir que el gas fluya al quirófano en vez de simplemente desconectar el tubo de entrada 2492 del paciente, garantiza que el único gas del paciente que entra al quirófano se filtra a través del filtro 2432, primero guardando todas las conexiones de gas que existieron durante el procedimiento quirúrgico con el paciente. Utilizar una válvula de tres vías 2492 para eliminar el gas CO₂ del paciente puede reducir el riesgo para el personal del quirófano sin requerir medios adicionales para asegurar la limpieza del escape de gas CO₂.

[0088] La figura 25 muestra la válvula de tres vías 2494 aislada del tubo de entrada 2420. La válvula de tres vías 2494 puede incluir dos ajustes dentados en línea 2495 para conectarse con el tubo de entrada 2420. La válvula de tres vías 2494 también puede incluir una conexión hembra Luer 2496 orientada de forma perpendicular a los dos ajustes dentados en línea 2495. La conexión hembra Luer 2496 se puede utilizar para fines de liberar presión, como liberar gas CO₂ en el quirófano. La válvula de tres vías 2494 también puede incluir una llave de paso 2497 la cual gira para ajustar el camino de flujo abierto de la válvula de tres vías 2494. Tal como se muestra en la figura 25, el camino de flujo cerrado a través de una válvula de tres vías se encuentra indicado por la porción “Apagado” de la llave de paso 2497. La figura 25A muestra la válvula de tres vías 2494 configurada para permitir el flujo de gas para que fluya a través de los dos ajustes dentados en línea 2495, los cuales deben estar conectados al tubo de entrada 2420 que conduce al paciente. La figura 25A puede ser la configuración que se utiliza durante la función de recirculación. La configuración de la válvula de tres vías 2494 en la figura 25A puede evitar que el gas se libere al quirófano. La figura 25B muestra la válvula de tres vías

2494 configurada para que permita que el gas fluya fuera a través de la conexión hembra Luer 2496 y al quirófano. La figura 25B puede ser la configuración que se utiliza al finalizar el procedimiento quirúrgico cuando se le está evacuando el aire al paciente. La configuración de la válvula de tres vías 2494 en la figura 25B puede evitar que el gas fluya hacia el paciente.

[0089] Aunque se han descrito varias modalidades de la invención, será evidente para aquellos expertos en el arte que muchas más modalidades e implementaciones son posibles dentro del alcance de la invención. Los elementos de las diferentes modalidades divulgadas se pueden combinar y adaptar para crear un sistema con algunas o con todas las características de funcionamiento y ventajas de las modalidades. Cualquiera de dichas combinaciones se divulga en la presente solicitud.

DKC\DKC\ID-649847\WPC24066

CAPÍTULO REIVINDICATORIO

1. Un sistema de recirculación de gases (100, 200, 900, 1000, 1400, 1700, 2100, 2200, 2400) para un procedimiento quirúrgico endoscópico, el sistema comprende:

una bomba (105, 205, 805, 905, 1705, 2105, 2405) que comprende:

un motor (207, 807, 907, 1707, 2207); y

un cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) acoplado al motor (207, 807, 907, 1707, 2207), en el que el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) incluye una conexión de entrada de gas (350, 550, 650) y una conexión de salida de gas (352, 552, 652), en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) se puede desmontar del motor (207, 807, 907, 1707, 2207), y en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) se sella de modo que el gas dentro del cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) no pueda hacer contacto con el motor (207, 807, 907, 1707, 2207), en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) incluye una primera cámara en comunicación fluida con la conexión de entrada de gas (350, 550, 650) y una segunda cámara en conexión fluida con la conexión de salida de gas (352, 552, 652), en donde el diafragma (358, 558, 658) se dispone entre la primera cámara y la segunda cámara;

un primer tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) en comunicación fluida con la conexión de entrada de gas (350, 550, 650), donde el primer tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) se configura para que se pueda conectar al equipo quirúrgico que se puede insertar dentro de la cavidad peritoneal; y

un segundo tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) en comunicación fluida con la conexión de salida de gas (352, 552, 652), en donde el segundo tubo (120, 220, 1420, 1684, 2420) se configura para que se pueda conectar al equipo quirúrgico que se puede insertar dentro de la cavidad peritoneal;

en donde la bomba (105, 205, 805, 905, 1705, 2105, 2405) se configura para llevar gas a la conexión de entrada de gas (350, 550, 650) desde la cavidad peritoneal a través del primer tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) y para emitir el gas fuera de la conexión de salida (352, 552, 652) y hacia una cavidad peritoneal a través del segundo tubo (120, 220, 1420, 1684, 2420).

2. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 1, que además comprende una primera válvula (135, 235, 935, 1135) en comunicación fluida con la conexión de entrada de gas (350, 550, 650) y una segunda válvula (236, 936, 1135) en comunicación fluida con la conexión de salida de gas (352, 552, 652), en donde la primera válvula (135, 235, 935, 1135) evita que el gas salga del cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) a través de la conexión de entrada de gas (350, 550, 650) y en donde la segunda válvula (236, 936, 1135) evita que el gas entre en el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) a través de la conexión de salida de gas (352, 552, 652).
3. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 2, en donde el diafragma (358, 558, 658) está configurado para cambiar de una primera posición a una segunda posición con el fin de llevar gas dentro del cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) a través de la conexión de entrada de gas (350, 550, 650) y emitir el gas fuera del cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) a través de la conexión de salida de gas (352, 552, 652).
4. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 1, en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) es desechable.
5. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 1, que comprende además una tercera válvula (135, 235, 1135) en comunicación fluida con la conexión de entrada de gas (350, 550, 650) a través del primer tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) y una cuarta válvula (236, 1135) en comunicación fluida con la conexión de salida de gas (352, 552, 652) a través del segundo tubo (120, 220, 1420, 1684, 2420), y en donde la tercera válvula y la cuarta válvula se cierran automáticamente cuando se desconectan.
6. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 1, que comprende además un filtro (130, 230, 232, 932, 2432) en comunicación fluida con la conexión de entrada de gas (350, 550, 650) o con la conexión de salida de gas (352, 552, 652).
7. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 1, que comprende además una trampa de fluidos (130, 230, 930, 1530, 1630) en comunicación fluida con la conexión de entrada de gas (350, 550, 650) o con la conexión de salida de gas (352, 552, 652).

8. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 7, en donde la trampa de fluidos (130, 230, 930, 1530, 1630) está configurada para absorber gotas de líquido de un gas que atraviesa la trampa de fluido (130, 230, 930, 1530, 1630) y libera humedad al gas que atraviesa la trampa de fluidos (130, 230, 930, 1530, 1630).

9. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 8, en donde el gas que atraviesa la trampa de fluidos (130, 230, 930, 1530, 1630) mantiene una humedad relativa en un rango del 50% al 70%.

10. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 1, en donde el sistema está configurado para alcanzar tasas de flujo de gas en el rango de cuatro y 10 litros por minuto.

11. Un sistema de recirculación de gases (100, 200, 900, 1000, 1400, 1700, 2100, 2200, 2400) para un procedimiento quirúrgico endoscópico, el sistema comprende:

una bomba (105, 205, 805, 905, 1705, 2105, 2405) que comprende:

un motor (207, 807, 907, 1707, 2207); y

un cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) acoplado al motor (207, 807, 907, 1707, 2207), en el que el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) incluye una conexión de entrada de gas (350, 550, 650) y una conexión de salida de gas (352, 552, 652), en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) se puede desmontar del motor (207, 807, 907, 1707, 2207), y en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) se sella de modo que el gas dentro del cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) no pueda hacer contacto con el motor (207, 807, 907, 1707, 2207);

un primer tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) en comunicación fluida con la conexión de entrada de gas (350, 550, 650), donde el primer tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) se configura para que se pueda conectar al equipo quirúrgico que se puede insertar dentro de la cavidad peritoneal; y

un segundo tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) en comunicación fluida con la conexión de salida de gas (352, 552, 652), en donde el segundo tubo (120, 220, 1420,

1684, 2420) se configura para que se pueda conectar al equipo quirúrgico que se puede insertar dentro de la cavidad peritoneal;

en donde la bomba (105, 205, 805, 905, 1705, 2105, 2405) se configura para llevar gas a la conexión de entrada de gas (350, 550, 650) desde la cavidad peritoneal a través del primer tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) y para emitir el gas fuera de la conexión de salida (352, 552, 652) y hacia una cavidad peritoneal a través del segundo tubo (120, 220, 1420, 1684, 2420); y

un controlador (240, 940, 1740), en donde el controlador (240, 940, 1740) está configurado para detectar una condición de falla basada en una cantidad de energía enviada al motor (207, 807, 907, 1707, 2207).

12. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 11, en donde la condición de falla se selecciona a partir del grupo que consiste en:

- una desconexión en un circuito de gas dentro del sistema de recirculación de gas;
- un bloqueo en el circuito de gas dentro del sistema de recirculación de gas;
- una falla en el motor.

13. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 11, que comprende además una interfaz de usuario conectada al controlador (240, 940, 1740).

14. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 1, que se configura para comunicarse con un insuflador (127).

15. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 14, en donde el sistema de recirculación de gas se configura para ser controlado por el insuflador (127).

16. El sistema de recirculación de gas de la Reivindicación 1, en donde el sistema de recirculación de gas se encuentra dentro de un insuflador (127) y comprende una fuente de alimentación (976, 1776), un procesador (980, 1780) y una interfaz de usuario (245, 945, 1745) del insuflador (127).

17. El sistema de recirculación de gas de la reivindicación 1, en donde el motor (207, 807, 907, 1707, 2207) tiene un eje del motor giratorio, el sistema de recirculación de gas además comprende:

un brazo de acoplamiento (1082, 2282) que se acopla de forma giratoria al eje del motor;

un eje de acoplamiento (2291) que se extiende desde el brazo de acoplamiento (1082, 2282);

un pin de localización (2292) que se extiende desde el brazo de acoplamiento (1082, 2282), en donde el pin de localización (2292) se configura para moverse dentro de una ranura (2293) a medida que el eje del motor gira de modo que el eje de acoplamiento (2291) permanece dentro de un plano a medida que el eje del motor gira.

18. Un sistema médico para un procedimiento quirúrgico endoscópico, el sistema comprende:

un insuflador (127) configurado para proporcionar gas a la cavidad peritoneal;

un tubo de insuflación en comunicación fluida con el insuflador (127), en donde el tubo de insuflación se configura para que se pueda conectar al equipo quirúrgico que es insertable en la cavidad peritoneal;

un sistema de recirculación de gas que comprende:

una bomba (105, 205, 805, 905, 1705, 2105, 2405) que comprende:

un motor (207, 807, 907, 1707, 2207); y

un cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) acoplado al motor (207, 807, 907, 1707, 2207), en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) incluye una conexión de entrada de gas (350, 550, 650) y una conexión de salida de gas (352, 552, 652), en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) se puede desmontar del motor (207, 807, 907, 1707, 2207), y en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) se sella de modo que el gas dentro del cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) no puede entrar en contacto con el motor (207, 807, 907, 1707, 2207);

un primer tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) en comunicación fluida con la conexión de entrada de gas (350, 550, 650), en donde el primer tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) se configura para que se pueda conectar al equipo quirúrgico que es insertable dentro de una cavidad peritoneal; y

un segundo tubo (120, 220, 1420, 1684, 2420) en comunicación fluida con la conexión de salida de gas (352, 552, 652), en donde el segundo tubo (120, 220, 1420,

1684, 2420) se configura para poder conectarse al equipo quirúrgico que es insertable en una cavidad peritoneal;

en donde la bomba (105, 205, 805, 905, 1705, 2105, 2405) se configura para enviar gas a la conexión de entrada de gas (350, 550, 650) desde una cavidad peritoneal a través del primer tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) y para emitir gas fuera de la conexión de salida de gas (352, 552, 652) y a la cavidad peritoneal a través del segundo tubo (120, 220, 1420, 1684, 2420);

en donde el insuflador (127) y el sistema de recirculación de gas se configura para recircular el gas desde la cavidad peritoneal y para mantener una presión dentro de la cavidad peritoneal.

19. Un sistema de recirculación de gas para un procedimiento quirúrgico endoscópico, el sistema comprende:

una bomba (105, 205, 805, 905, 1705, 2105, 2405) que comprende:

un motor (207, 807, 907, 1707, 2207); y

un cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) acoplado al motor (207, 807, 907, 1707, 2207), en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) incluye una conexión de entrada de gas (350, 550, 650) y una conexión de salida de gas (352, 552, 652), en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) se puede desmontar del motor (207, 807, 907, 1707, 2207), y en donde el cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) se sella de modo que el gas dentro del cartucho de bomba (206, 306, 506, 606, 706, 806, 906, 1006, 1406, 1706, 2106, 2206) no puede entrar en contacto con el motor (207, 807, 907, 1707, 2207).

Señora Directora

NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Referencia: Expediente No. NC2018/0000037

Asunto: Solicitud de patente para: **SISTEMA Y MÉTODO DE RECIRCULACIÓN DE GAS**

Solicitante: NORTHGATE TECHNOLOGIES INC.

Fecha de Solicitud: 02 de enero de 2018

RESPUESTA A PRIMER EXAMEN DE PATENTABILIDAD

ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI, identificado como aparece al pie de mi firma, en mi condición de apoderado de la sociedad solicitante de la patente de la referencia, doy respuesta al Oficio 2850, notificado por fijación en lista el 22 de mayo de 2019.

I. MODIFICACIONES AL CAPÍTULO REIVINDICATORIO

En respuesta al examen de patentabilidad, el solicitante decide aportar un Capítulo Reivindicatorio Modificado conformado por 19 reivindicaciones en las que se han incluido las siguientes modificaciones:

1. Se eliminó la antigua Reivindicación 3 y se incluyó su materia en la Reivindicación 1.
2. Se corrigió un error de traducción en donde se reemplazó el término “gasolina” por “gas” en la Reivindicación 1.
3. Se modificó la Reivindicación 4 (antigua 5) para aclarar que el cartucho de bomba es desechable.
4. Se modificó la Reivindicación 10 (antigua 11) para reemplazar el término “velocidades de flujo” por “tasas de flujo”.

5. Se modificaron las Reivindicaciones 1, 3, 8, 10, 16, 18 y 19 (antiguas 1, 4, 9, 11, 17, 19 y 20) para eliminar los términos de uso, operación y utilización para mejorar la claridad de las reivindicaciones.
6. Se modificó la Reivindicación 11 (antigua 12) para incluir la antigua materia de la Reivindicación 1.
7. La numeración y dependencias de las Reivindicaciones fue actualizada para reflejar los cambios mencionados.

En conexión con lo anterior me permito señalar que estas modificaciones se ajustan completamente a las exigencias del Artículo 34 de la Decisión 486 de 2000, ya que no constituyen de ninguna manera una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial.

II. MODIFICACIONES AL CAPÍTULO DESCRIPTIVO

En respuesta al examen de patentabilidad, el solicitante decide aportar un Capítulo Descriptivo Modificado en donde se reemplazó el término *“velocidad de flujo”* por el término *“tasa de flujo”* y se agregaron las medidas SI para las unidades de *“pulgadas”*, *“psi”* y *“mmHG”* tal y como lo recomendó el Examinador.

III. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE CLARIDAD

1. El Examinador considera que la Reivindicación 5 no es clara porque contiene un término impreciso.

En relación con la objeción, deseo respetuosamente llamar la atención del Examinador hacia la nueva Reivindicación 4, en donde se aclara que el cartucho de bomba es desechable. El término anterior objetado por el Examinador corresponde a una traducción literal del término en inglés *“is disposable”* que fue reemplazado por un término más claro.

2. El Examinador considera que las reivindicaciones no son claras porque comprenden resultados a alcanzar.

En relación con los resultados a alcanzar, deseo respetuosamente aclarar que éstos son permitidos de acuerdo con la Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad (Guía de la SIC) siempre y cuando la invención se encuentre debidamente definida por sus características estructurales esenciales¹. Así las cosas, el sistema de recirculación de gases está caracterizado por al menos la bomba, el motor, el cartucho de bomba, las conexiones de entrada y los tubos, entre otros, los cuales se encuentran debidamente soportados por el Capítulo Descriptivo y referenciados en las Figuras. Por lo tanto, y de acuerdo con la misma Guía de la SIC, las expresiones a las que se refiere el Examinador no solo son aceptables, sino que permiten entender con mayor claridad la invención.

Adicionalmente, las expresiones mencionadas por el Examinador contienen definiciones estructurales del sistema que deben ser consideradas para el examen de patentabilidad. Por ejemplo, la expresión de la Reivindicación 1: *“en donde la bomba (105, 205, 805, 905, 1705, 2105, 2405) se configura para llevar gas a la conexión de entrada de gas (350, 550, 650) desde la cavidad peritoneal a través del primer tubo (125, 225, 1425, 1685, 2425) y para emitir el gas fuera de la conexión de salida (352, 552, 652) y hacia una cavidad peritoneal a través del segundo tubo (120, 220, 1420, 1684, 2420)”*, indica que la bomba tiene una configuración estructural y una conexión con la entrada de gas por donde la bomba introduce gas a través del primer tubo. Adicionalmente, se establece que se emite gas afuera por la conexión de salida a través del segundo tubo. Como tal, la expresión permite establecer claramente las conexiones entre las partes estructurales del sistema y divulga la dirección del flujo del gas para que una persona versada en la materia pueda entender fácilmente la invención.

3. El Examinador considera que la Reivindicación 10 se caracteriza por el fluido circulante.

En relación con la objeción levantada, respetuosamente deseo aclarar que la nueva Reivindicación 9 se refiere a una limitación adicional sobre la materia descrita en la Reivindicación 1 debido a su dependencia. En todo caso, si la Reivindicación 1 es considerada como novedosa e inventiva, la Reivindicación 9 también debería ser considerada en cuanto restringe la materia protegida a una humedad relativa específica de gas para su

¹ Superintendencia de Industria y Comercio, *Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad* (Bogotá, Colombia, 2014). Sección 2.6.5.8. Página 79.

funcionamiento. En esta limitación, se restringen características del gas que atraviesa la trampa de fluidos que si hace parte del sistema de la invención.

4. El Examinador considera que las Reivindicaciones 1, 7, 18 y 19 contienen ventajas técnicas.

En relación con las supuestas ventajas técnicas, respetuosamente deseo aclarar que estas expresiones no pueden considerarse como tal, ya que describen configuraciones estructurales del sistema de recirculación de gases. Por ejemplo, la expresión de la Reivindicación 1: *“se configura para que se pueda conectar al equipo quirúrgico que se puede insertar dentro de la cavidad peritoneal”*, hace referencia a una conexión estructural entre el primer tubo y el equipo quirúrgico.

La expresión de las Reivindicaciones 1, 18 y 19: *“donde el cartucho de bomba se puede desmontar del motor”*, corresponde a una limitación técnica en donde el cartucho de bomba es desmontable. De la misma manera, la expresión de las Reivindicaciones 1 y 17: *“en donde el cartucho de bomba se sella de modo que el gas dentro del cartucho de bomba no pueda hacer contacto con el motor”*, hace referencia a una especificación técnica en donde el cartucho de bomba es un cartucho sellado. La segunda parte de la expresión indica una funcionalidad o resultado a alcanzar que aclara el efecto técnico que tiene esta característica estructural.

5. El Examinador considera que las expresiones *“su uso”*, *“operable”* y *“utiliza”* indican un uso del producto reivindicado.

En relación a estas expresiones, deseo respetuosamente aclarar que se eliminaron los términos de las Reivindicaciones 1, 3, 8, 10, 16, 18 y 19 (antiguas 1, 4, 9, 11, 17, 19 y 20), siguiendo la amable sugerencia del Examinador.

6. El Examinador considera que el término *“Velocidad de flujo”* no es claro.

En relación con la objeción levantada, respetuosamente deseo aclarar que la nueva Reivindicación 10 y el nuevo Capítulo Descriptivo ahora hacen referencia al término *“tasa de flujo”* que es ampliamente utilizado en la técnica. Esta modificación se realiza para mejorar la claridad de las reivindicaciones y la descripción siguiendo la amable sugerencia del Examinador.

7. El Examinador indica que las unidades de medida en el Capítulo Descriptivo no se encuentran en el Sistema Internacional de unidades.

Sobre las unidades de medida, deseo respetuosamente llamar la atención del Examinador hacia el nuevo Capítulo Descriptivo Modificado, en donde se agregaron las medidas entre paréntesis en el Sistema Internacional de medidas. Así, las medidas en pulgadas ahora también se presentan en metros y las unidades de psi y mmHg ahora se presentan también en pascales.

8. Con base en todo lo anterior, considero que el Capítulo Reivindicatorio cumple con todos los requisitos de claridad y concisión, ajustándose así a los lineamientos del Artículo 30 de la Decisión 486, ya que cualquier persona medianamente versada en la materia está en completa capacidad de comprender la invención sin ambigüedad alguna el alcance de la protección.

IV. ESTADO DE LA TÉCNICA

El Examinador determinó dos documentos como relevantes para realizar el análisis de patentabilidad de la presente patente de invención:

No.	Documento	Título	Fecha de Publicación
D1	WO2005/035035	<i>“System and method for delivering a substance to a body cavity”</i>	21 de abril de 2005
D2	US2015112246	<i>“Filtration System and Method”</i>	23 de abril de 2015

V. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE NIVEL INVENTIVO

El Examinador consideró que los documentos D1 y D2, en conjunto, revelan todas las características técnicas del sistema de recirculación de gases de la Reivindicación 1. En relación con el nivel inventivo, respetuosamente difiero de la opinión del Examinador. Con el fin de demostrar el nivel inventivo de la presente invención, y basándome en la Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad (Guía de la SIC) sobre el método problema-solución, a continuación expongo cómo el arte previo citado por el Examinador no llevaría a la persona del oficio normalmente versada en la materia a la invención reclamada.

Identificar el estado de la técnica cercano a la invención reivindicada

D1 puede ser considerado como el arte previo más cercano en tanto divulga un sistema y un método para crear una atmósfera medicada en una cavidad corporal que incluye un catéter flexible de aerosolización, un dispositivo para la introducción del catéter de aerosolización y un aparato de administración de medicamentos.

Determinar la diferencia entre la invención y estado de la técnica cercano

D1 difiere de la presente invención principalmente en que no menciona nada relacionado a un cartucho de bomba acoplado al motor que incluye una conexión de entrada de gas y una conexión de salida de gas, que es desmontable, que es sellado y que incluye solamente dos cámaras y un diafragma.

Definir el efecto técnico causado y atribuible al elemento diferencial

Respecto al efecto técnico atribuible a dichas diferencias, llamo la atención del Examinador sobre el hecho de que un cartucho de bomba sellado permite el funcionamiento del sistema en donde se puede utilizar nuevamente, solamente desmontando y cambiando el cartucho sin necesidad de cambiar el motor o limpiarlo. Esto permite ahorrar tiempo y reducir costos de operación del sistema.

Deducir el problema técnico objetivo

Según la Guía de la SIC, el problema técnico debería plantearse como: *“¿cómo modificar o adaptar el estado de la técnica cercano para obtener el efecto técnico que la invención proporciona?”*² En el presente caso, el problema técnico se podría plantear como: *“¿cómo modificar el sistema conocido en D1 para reducir el tiempo de limpieza y reducir costos de operación?”*.

Evaluar si la invención reivindicada, partiendo del estado de la técnica cercano y del problema técnico objetivo, habría sido obvia para la persona medianamente versada en la materia

² Superintendencia de Industria y Comercio, *Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad* (Bogotá, Colombia, 2014).

En esta etapa de la evaluación de nivel inventivo, la Guía de la SIC indica que se debe evaluar si la invención resulta obvia y que para ello el Examinador debe buscar si en el estado de la técnica en su conjunto existe alguna indicación que lleve a la persona medianamente versada en la materia a modificar o adaptar el estado de la técnica más cercano para resolver el problema técnico.³

Al analizar si una persona medianamente versada en la materia es capaz de resolver el problema técnico, de una manera obvia, basándose en lo revelado en el arte previo, considero que tal declaración es desacertada. Lo anterior a la luz de las enseñanzas específicas de D1 y D2.

D1 no indica nada relacionado a un cartucho de bomba que se puede remover del sistema a diferencia de la presente invención. En ningún momento sugiere aislar la bomba de los gases que contienen partículas indeseadas.

D2 se refiere a un sistema de filtro que tiene un cartucho de filtro desmontable. Particularmente, se refiere a una modalidad preferida en donde existe un cartucho de filtro desmontable que filtra los gases antes de que lleguen a la bomba. En la modalidad preferida, el cartucho de filtro tiene dos filtros 39 y 40 en las conexiones de gas de entrada y de salida. Es claro para una persona medianamente versada en la materia que el objetivo de D2 es proveer un cartucho de filtros desechables que reduce el mantenimiento que requiere la bomba. Sin embargo, el cartucho 30 no aísla completamente la bomba de los gases dañinos.

Adicionalmente, así como la modalidad principal descrita en D2 no puede ser considerada equivalente al cartucho de bomba descrito en la Reivindicación 1, la modalidad opcional del conjunto de bomba/filtro también presenta diferencias significativas frente a la invención. Como se muestra en la Figura 12 de D2, el cartucho descrito presenta tres conexiones de gas (330, 339 y 333). La conexión adicional del cartucho es una diferencia estructural esencial para D2 que corresponde al puerto de sensor de la presión del paciente. Es esencial en cuanto el documento D2 describe claramente:

³ Oficina Internacional de la OMPI, *Manual para el Examen de Solicitudes de Patente de Invención en las Oficinas de Propiedad Industrial de los Países de la Comunidad Andina* (Quito, Ecuador, 2004).

“[0061] Varias ventajas sorprenden resultados del sistema de filtrado descrito arriba. Por ejemplo, el usar una conexión dedicada para el sensor de la presión que está separada de las conexiones de entrada y salida, la presión dentro del sitio quirúrgico puede ser monitoreada de una manera más precisa. (...)”

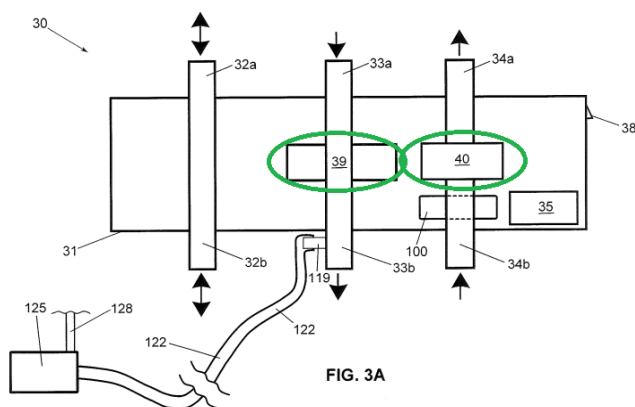
Adicionalmente, el cartucho 303 descrito en D2 requiere una conexión mecánica y una barra para la activación del diafragma. Aunque el documento D2 divulga que no necesariamente puede ser una rueda de transmisión, es claro que algún mecanismo de transmisión de fuerza debe estar en el cartucho en cuanto describe:

“[0059] (...) Puede ser evidente para aquellos medianamente versados en la materia basados en esta divulgación que la rueda es solo un ejemplo de una conexión mecánica desde el motor/caja de cambios 324 a la barra 312 para activar el conjunto de bomba / filtro 303. Otras conexiones mecánicas para mover la barra 312 de la bomba de diafragma pueden ser adecuadas. (...)”

Es claro entonces para una persona medianamente versada en la materia que, aunque puede haber variaciones en la forma de transmisión mecánica, siempre debe existir una barra 312 y una conexión mecánica en el conjunto de bomba / filtro 303 removible. Esto incrementa los costos de producción y la complejidad del cartucho que deben ser lo más bajos posibles para poder ser desechables.

La nueva Reivindicación 1, ahora claramente describe que el cartucho de bomba incluye una primera cámara, una segunda cámara y el diafragma que se dispone entre la primera cámara y la segunda cámara. Deseo respetuosamente aclarar que D2 solo presenta una cámara de bomba 306 entre las conexiones de gas de entrada y de salida.

D2. Figura 3A.



D2. Figura 13.

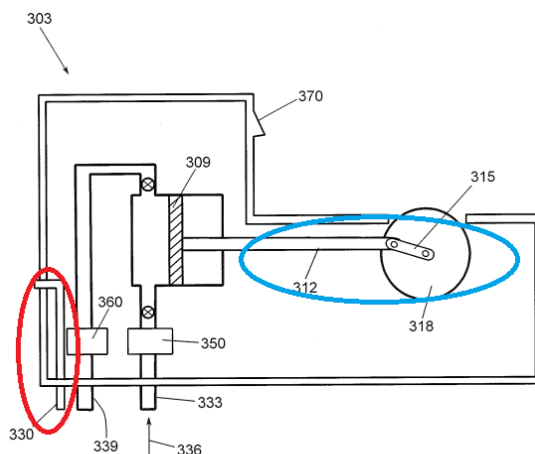


FIG. 13

Así las cosas, es claro que el documento D2 requiere conexiones adicionales, mecanismos mecánicos en el cartucho de bomba y solo tiene una cámara. Por lo tanto, basándose en las enseñanzas de D1 y D2, la persona normalmente versada en la materia no habría llegado a la presente invención sin llevar a cabo experimentación exhaustiva.

Así las cosas, la Guía de la SIC establece que las invenciones carecen de nivel inventivo cuando “(...) en el estado de la técnica en su conjunto hay un segundo documento que contiene una enseñanza que indicaría (no sólo que podría indicar, sino que indicaría) a la persona medianamente versada en la materia, enfrentada al problema técnico, cómo modificar o adaptar el estado de la técnica más cercano para resolver el problema, de la forma reivindicada, sin realizar una actividad inventiva”.⁴ En el presente caso, es evidente que las características técnicas esenciales de la invención no se podían prever a partir de las enseñanzas del arte previo citado por el Examinador sin llevar a cabo actividad inventiva.

En conclusión, según la aproximación problema-solución para el análisis del nivel inventivo de la presente invención, considero que éste se reconoce claramente, ya que puesto que el arte previo en efecto no es suficiente para brindar indicaciones acerca de la posibilidad de desarrollar la invención de manera evidente, la persona del oficio normalmente versada en la materia reconocería que la presente invención es inventiva.

Por las razones expuestas anteriormente, considero que las Reivindicaciones 2 a 10 y 12 a 16 también son inventivas, pues al ser dependientes de la Reivindicación 1, presentan todas y cada una de sus características técnicas y, por lo tanto, presentan nivel inventivo.

⁴ Ibid. Sección 2.13.5.1

En relación con la Reivindicación 11 (antigua 12) que ahora es independiente, deseo respetuosamente aclarar que argumentos similares separan la materia de esta Reivindicación de D1 y D2. Adicionalmente, D2 no menciona nada relacionado a un controlador con una configuración específica, en donde se realiza una medición de la cantidad de energía enviada al motor y en base a esto, se detecta una condición de falla.

Finalmente, deseo añadir que la presente invención ha sido concedida en Estados Unidos (Solicitud No. US15/200,534), en donde se reconoció el nivel inventivo a la luz del mismo arte previo citado para la presente solicitud. Ahora bien, a pesar que las concesiones en otras jurisdicciones no tienen un carácter vinculante que obligue a la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) a conceder una patente en Colombia, es importante resaltar que los estándares de patentabilidad son semejantes a nivel mundial y las concesiones en otros países sí dan luces e indicios de la patentabilidad de una invención, como sucede en el presente caso.

VI. PETICIÓN

Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por la Dirección de Nuevas Creaciones, se solicita proceder al otorgamiento de la solicitud de patente.

Subsidiariamente, en caso de que su Despacho considere que la modificación introducida al Capítulo Reivindicatorio amerita revisión adicional, solicito un segundo examen de patentabilidad de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 2 de la Resolución 3719 de 02 de febrero de 2016, para lo cual realizo el pago de tasa correspondiente.

VII. ANEXOS

1. Capítulo Reivindicatorio Modificado conformado por 19 reivindicaciones.
2. Capítulo Descriptivo Modificado.
3. Pago en línea por concepto de examen de patentabilidad adicional

Señora Directora,

ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI

C.C. 79.780.910 de Bogotá

T.P. 114.908