

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 580 032**

51 Int. Cl.:

**F02C 7/22** (2006.01)

**F02K 9/68** (2006.01)

**F02K 9/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2012 E 12774463 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2699780**

54 Título: **Generador de gas de sistema cerrado y unidad de micro potencia incluyendo lo mismo**

30 Prioridad:

**19.04.2011 US 201113089441**

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

**18.08.2016**

73 Titular/es:

**RAYTHEON COMPANY (100.0%)  
870 Winter Street  
Waltham, MA 0245-1449, US**

72 Inventor/es:

**DANFORTH, JEREMY C.;  
LOEHR, RICHARD D. y  
MURPHY, KEVIN P.**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

ES 2 580 032 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**Generador de gas de sistema cerrado y unidad de micro potencia incluyendo lo mismo****Descripción**5 **Campo técnico**

[0001] Las formas de realización se refieren a los generadores de gas de sistema cerrado que operan sin unidades de aire ambiente y unidades de micro potencia y vehículos aéreos no tripulados que usan los mismos.

10 **Antecedentes**

[0002] Vehículos aéreos no tripulados (UAV pequeña escala) y otros vehículos de pequeña escala y dispositivos operados frecuentemente usan baterías para el funcionamiento eléctrico y electromecánico. Las baterías son a menudo pesadas y añaden un peso significativo a estos dispositivos y vehículos aéreos no tripulados. En el caso de vehículos aéreos no tripulados el peso de la batería añadido disminuye el rendimiento y tiempo de vuelo. Además, las baterías suelen tener cantidades significativas de espacio dentro de los dispositivos que de otro modo se dedican a la miniaturización de los dispositivos o a añadir funcionalidad adicional. En los UAV se requiere un fuselaje más amplio para contener las baterías necesarias para su funcionamiento. Además, una fuente de propulsión más grande (por ejemplo, un motor y hélice) pueden ser necesarios y las alas con peso aumenta concomitantes para tanto para garantizar una batería operado UAV tiene el rendimiento y la vida útil requerida.

[0003] Por otra parte, al menos en algunas circunstancias, es de- diez necesario almacenar la batería operada dispositivos y vehículos aéreos no tripulados para períodos significativos (por ejemplo, meses, años y similares) antes de que se desea el funcionamiento. Las baterías con frecuencia pierden la totalidad o parte de su carga cuando se almacenan. Dispositivos y vehículos aéreos no tripulados incluyendo las baterías de edad pueden por lo tanto no tienen o tienen un rendimiento limitado y, correspondientemente, han limitado la fiabilidad en el campo. En algunas circunstancias, por ejemplo durante el despliegue y cuando lejos de una fuente de reabastecimiento, puede ser extremadamente difícil encontrar una batería de repuesto o recargar una batería sin necesidad de equipo especial que puede no estar disponible o portátil.

[0004] US 3.120.738 describe un sistema de encendido de los dispositivos de combustión mono-propulsor en el que se introduce una carga de oxidante en una cámara de combustión simultáneamente con una introducción inicial de monopropelente.

[0005] US 3.298.182 describe un medio de encendido para monopropelente que comprende un lecho de catalizador, en el que una capa delgada de gránulos de catalizador se recubren con un oxidante en forma de gránulos.

**Resumen**

[0006] De acuerdo con algunas formas de realización, el generador de gas no combustible descrito en el presente documento proporciona un conjunto configurado para generar una fuente de gas de escape para uso en una unidad de fuente de micro. El generador de gas no combustible incluye una cámara de propelente que aloja una densa propelente no inflamable. El agente propulsor se introduce en una cámara de reacción que incluye una matriz de reacción porosa que tiene un catalizador en suspensión en la matriz de reacción porosa. El catalizador cataliza la propelente dentro de la matriz de reacción y genera gases de escape para uso de uno o más sistemas mecánico y eléctrico. La combinación del generador de gas con los sistemas de generación de energía, incluye, pero no se limita a los conjuntos de turbinas y generadores eléctricos, formando una unidad de fuente de micro configurada para generar un peso significativo como un sistema compacto cerrado.

[0007] El conjunto del generador de gas introduce y consume el propelente (por ejemplo, un propelente basado en amina, tal como nitrato de amonio hidroxilo) dentro de un sistema cerrado. El conjunto del generador de gas no requiere aire ambiente mezclado con el propelente para catalizar o reaccionar el propelente y producir los gases de escape. Dicho de otra manera, el conjunto del generador de gas no combustiona el propelente (por ejemplo, con el aire ambiente). En su lugar, el propulsor es catalizado dentro de un sistema cerrado y los gases de escape se producen de manera fiable sustancialmente en cualquier medio ambiente (por ejemplo, vacío, ambientes de oxígeno altos y bajos y similares).

[0008] Además, el propulsor utilizado con el conjunto de gas de generación es un propulsor no combustible estable. En un ejemplo, el propelente es un propelente basado en amina, tal como un nitrato de amonio hidroxilo. Como se describe en el presente documento, el propelente basado en amina es catalizado dentro de la matriz porosa de reacción que incluye un catalizador para producir gases de escape. El propelente no combustible no es combustible por sí mismo y es correspondientemente estable. En consecuencia, el propulsor puede ser almacenado durante meses o años sin degradación significativa del rendimiento. Adicionalmente, debido a que el propelente es no combustible es un riesgo mínimo para transportar y almacenar en relación con otros propulsores combustibles. Más aún, en el caso del agente propulsor a base de amina descrito en este documento el propelente es denso (por ejemplo, con un peso específico mayor que alrededor de 1,6) y una pequeña cantidad del propelente genera una

cantidad significativa de gas de escape. El conjunto del generador de gas, incluyendo el propulsor a base de amina por lo tanto tiene un factor de forma pequeño. El conjunto del generador de gas se incorpora fácilmente como un componente compacto de dispositivos miniaturizados incluyendo vehículos aéreos no tripulados y otros equipos de campo sin dejar de ofrecer un peso significativo a los dispositivos a través de una vida útil operacional especificada.

[0009] Por otra parte, el gas de escape generado por el generador de gas no combustible es dirigido a través de una boquilla de descarga para su uso por uno o más componentes. En un ejemplo, el gas de escape se acelera a velocidad supersónica (por ejemplo, 5000 a 7000 pies por segundo) y choca contra uno o más elementos tangenciales de una turbina de impulso. La turbina de impulso depende en gran medida de la velocidad del gas de escape para hacer girar y correspondientemente generar energía (a diferencia de velocidad de flujo volumétrico utilizado en turbinas axiales). La boquilla de descarga reduce al mínimo la tasa de flujo volumétrico y de este modo conserva el propulsor para un rendimiento prolongado del conjunto del generador de gas y el funcionamiento de la turbina de impulso. Como se describe en el presente documento el conjunto de turbina de impulso se acopla con uno o más de un generador eléctrico para generar energía eléctrica o una unidad de reducción, junto con un dispositivo de propulsión (por ejemplo, un propulsor) de un UAV miniaturizado. Además, durante el funcionamiento del generador de gas, el propelente se consume paulatinamente y agotado desde el UAV. El peso del UAV disminuye gradualmente durante su funcionamiento y por lo tanto permite que el generador de gas y los otros componentes de la unidad de potencia micro eficientemente proporcionen potencia al UAV de peso más ligero.

### Breve descripción de los dibujos

[0010] Una comprensión más completa de la presente materia se puede derivar haciendo referencia a la descripción detallada y reivindicaciones cuando se consideran en relación con las siguientes figuras ilustrativas. En las siguientes las Figuras, los números de referencia se refieren a elementos y pasos similares en todas las figuras.

Figura 1 es una vista esquemática de un ejemplo de un generador de gas no combustible.

Figura 2 es una vista esquemática de un ejemplo de una cámara de reacción para su uso con el generador de gas no combustible que se muestra en la Figura 1.

Figura 3A es una vista frontal de un ejemplo de una matriz porosa de reacción para su uso con la cámara de reacción que se muestra en la Figura 2.

Figura 3B es una vista lateral de un ejemplo de la matriz de reacción porosa que se muestra en la Figura 3A.

Figura 4 es una vista esquemática de un ejemplo propelente y un generador de ejemplo de presión acoplado con la cámara de propelente.

Figura 5 es una vista esquemática del generador de gas de la Figura 1 junto con un ejemplo de una turbina de impulso dentro de una carcasa de turbina.

Figura 6 es una vista superior de la turbina de impulso y la carcasa de turbina de la Figura 5.

Figura 7 es una vista esquemática del generador de gas de la Figura 1 junto con un generador eléctrico.

Figura 8 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un vehículo aéreo no tripulado miniaturizado, el cual incluye el generador de gas no combustible de la Figura 1 y el generador eléctrico de la Figura 6.

Figura 9 es una vista lateral/perspectiva de un ejemplo de un cargador de batería que incluye el generador de gas no combustible de la Figura 1 y el generador eléctrico de la Figura 7.

Figura 10 es un diagrama esquemático de un ejemplo de un motor de cohete junto con el generador de gas no combustible de la Figura 1.

Figura 11 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de un método para utilizar un generador de gas.

[0011] Los elementos y pasos en las Figuras se ilustran por simplicidad y claridad y no han sido necesariamente ilustradas de acuerdo con cualquier secuencia particular. Por ejemplo, los pasos que se pueden realizar al mismo tiempo o en otro orden, se ilustran en las figuras para ayudar a mejorar la comprensión de los ejemplos de la presente materia.

### Descripción de los dibujos

[0012] En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, y en el que se muestra a modo de ilustración ejemplos específicos en los que la materia puede ser ejercida. Estos ejemplos se describen con suficiente detalle para permitir a los expertos en la técnica poner en práctica la materia, y es de entender que otros ejemplos se pueden utilizar y que los cambios estructurales pueden ser hechos sin apartarse del alcance de la presente materia. Por lo tanto, la siguiente descripción detallada no debe ser tomada en un sentido limitativo, y el alcance de la presente materia se define por las reivindicaciones adjuntas.

[0013] La presente materia se puede describir en términos de componentes de bloques funcionales y varias etapas de procesamiento. Tales bloques funcionales pueden ser realizados por cualquier número de técnicas, tecnologías y métodos configurados para llevar a cabo las funciones especificadas y lograr los diversos resultados. Por ejemplo, la presente materia puede emplear diversos materiales, accionadores, electrónica, forma, superficies de flujo de aire, estructuras de refuerzo, propelente y similares, que pueden llevar a cabo una variedad de funciones. Además, la presente materia puede ser practicada en conjunción con cualquier número de dispositivos, y los sistemas descritos son aplicaciones meramente ejemplares.

**[0014]** La Figura 1 muestra un ejemplo de un conjunto del generador de gas 100. Como se describe en más detalle a continuación el conjunto del generador de gas 100 no combustibly genera gas de escape, para su uso en un ejemplo dentro de una unidad micro-poder. Como se muestra, el conjunto del generador de gas 100 incluye una cámara de propelente 102 junto con una cámara de reacción BER 106. La cámara de propelente 102 incluye un propelente, tal como un propelente a base de amina. En un ejemplo, el propulsor 104 es un propelente líquido alojado en la cámara de propelente 102 configurado para la entrega a través de un pasaje propulsor 114 a la cámara de reacción 106. La cámara de reacción 106 incluye una matriz porosa de reacción 108 (por ejemplo, un lecho de catalizador) configurado para recibir el propulsor 104 de la cámara de propelente 102 y catalizar el propelente para producir uno o más gases de escape de temperatura alta. Como se muestra en la Figura 1, en un ejemplo, la cámara de reacción 106 incluye un inyector 110 dimensionado y conformado para acoplar la cámara de reacción 106 con el paso propulsor 114, extendiéndose desde la cámara de propelente 102. El inyector 110 incluye, pero no se limita a, un atomizador configurado para atomizar el propelente líquido 104 entregado a través del paso 114. El propulsor de atomización del agente propulsor 104 aplica el propelente a través de la cámara de reacción 106 y asegura que el propulsor es entregado a través de sustancialmente todos los pasajes dentro de la matriz porosa de reacción 108. La cámara de reacción 106 incluye además una boquilla de descarga 112 en un extremo opuesto de la cámara de reacción 106 desde el inyector 110. Como se describirá con más detalle abajo, la boquilla de descarga 112 está dimensionada y conformada para recibir los gases de escape desarrollados a través de la catalización del propulsor 104 dentro de la matriz de reacción porosa 108. La boquilla de descarga 112 está configurada además para acelerar los gases de escape de la cámara de reacción 106 a alta velocidad, por ejemplo, velocidad supersónica. Los gases de escape se suministran a través de la boquilla de descarga 112 a uno o más componentes incluyendo, pero no limitándose a una turbina, motor de cohete y similares.

**[0015]** Como se muestra en la Figura 1, el conjunto de generador de gas 100 es un sistema sustancialmente cerrado. El propulsor 104 dentro de la cámara de propelente 102 está aislado del ambiente exterior. Dicho de otra manera el propelente 104, tal como un propelente basado a amina, no se mezcla con cualquier otro combustible o gas tal como el aire ambiente antes de la entrega a la cámara de reacción 106. El propulsor 104, incluyendo, por ejemplo un propulsor a base de amina (por ejemplo, nitrato de amonio hidroxilo), en su lugar se suministra a través del paso propulsor 114 (por ejemplo, a través de una válvula de retención en el paso propelente) y en la cámara de reacción 106 en la que el propelente a base de amina por sí mismo reacciona con la matriz de reacción porosa 108 para producir uno o más gases de escape a temperaturas elevadas y presión elevada.

**[0016]** Como se describirá en más detalle a continuación, los gases de escape desarrollados en la cámara de reacción 106, por ejemplo, a través de la catalización del propulsor 104 por la matriz de reacción porosa 108 proporcionan una corriente de alta velocidad de gas a través de la boquilla de descarga 112 capaz de operar uno o más componentes contra el que incide el gas de descarga (por ejemplo, un conjunto de turbinas de impulso dentro de una unidad micro-poder). La corriente de gas de alta velocidad proporcionada por la boquilla de descarga 112 permite que el conjunto del generador de gas 100 para operar los componentes, tales como turbinas de acción con una velocidad volumétrica de flujo mínima en combinación con un flujo de alta velocidad de gas. Debido a que el conjunto del generador de gas 100 se basa en el desempeño de alta velocidad de los gases a través de la boquilla de descarga 112, el conjunto está miniaturizado relativo a otros conjuntos como conjuntos axiales de generación de energía, incluso las turbinas axiales que dependen en gran medida de caudal volumétrico para generar energía adecuada. En contraste con los sistemas anteriores, el conjunto del generador de gas 100 utiliza un propulsor a base de amina 104 que tiene una alta gravedad específica (por ejemplo, mayor que 1,6) y la correspondiente alta densidad que es compacta en relación con otros combustibles que requieren la mezcla de un agente propulsor con aire ambiente. Mediante el uso de un propulsor 104, como propelente a base de amina, por sí mismo sin la adición de cualquier aire ambiente o de otros combustibles los conjuntos de generadores de gas 100 están sustancialmente reducidos al mínimo con relación a otros conjuntos de generación de energía que requieren combustibles mezclados.

**[0017]** Con referencia de nuevo a la Figura 1, la catalización del propulsor 104 genera gases de escape calientes, por ejemplo, los gases de escape que alcanza temperaturas de alrededor de 1.200 grados Fahrenheit o más. La cámara de reacción 106, como se describe a continuación está construida con materiales robustos para resistir la temperatura y la presión de los gases de escape generados en el mismo. En un ejemplo, la cámara de reacción 106 genera uno o más de los óxidos de nitrógeno, óxidos de nitrógeno y oxígeno. Como ya se ha descrito, los gases de escape se descargan a través de la boquilla de descarga 112 a alta presión para generar energía mecánica, electricidad y similares para su uso en vehículos aéreos no tripulados miniaturizados, motores de cohetes, cargadores de baterías, y otros dispositivos eléctricos similares. Dicho de otra manera, el conjunto del generador de gas en combinación con cuatro ejemplo, un conjunto de turbina comprende una unidad de fuente de micro configurada para generar una o más de mecánica y energía eléctrica dentro de un paquete compacto.

**[0018]** La Figura 2 muestra un ejemplo de la cámara de reacción 106. Como se muestra, la cámara de reacción 106 se muestra en la Figura 2 incluye la matriz porosa de reacción 108 dentro de un cuerpo de la cámara de reacción 200. Como se ha descrito anteriormente, el propulsor 104 entregado a la cámara de reacción 106 es catalizada por la matriz de reacción porosa 108. Haciendo referencia a la Figura 2, la matriz de reacción porosa 108 se muestra con una pluralidad de pasaje de matriz 202 que se extiende a través del mismo. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 2, la matriz de conductos 202 se extienden desde una parte de la cámara de reacción 106 adyacente a la

porción de cámara proximal 216 a la porción distal de cámara 218 (adyacente a la boquilla de descarga 112).

**[0019]** La matriz de reacción porosa 108, por ejemplo un lecho de catalizador, en un ejemplo incluye una pluralidad de pasajes de matriz lineal 202 que se extiende a través del mismo. En otro ejemplo, la matriz de reacción porosa 108 incluye hojas o miembros de un sustrato de matriz tales como óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ). En un ejemplo, la matriz de conductos 202 están formadas por placas horizontales y verticales formadas en una cuadrícula con los pasajes de la matriz. El catalizador 204 es colocado en las paredes de la matriz de conductos 202 y con ello se expone al propulsor 104 como propelente que se entregan a través de la matriz de reacción porosa 108. Como se muestra en la Figura 2, el catalizador 204 se muestra con un punteado largo de cada una de la pluralidad de pasajes de matriz 202. En un ejemplo, el catalizador 204 incluye, pero no se limita a platino (Pt) y similares. El platino cataliza la propelente a base de amina 104 contenida dentro de la cámara de propelente 102. Como se ha descrito anteriormente, la exposición del catalizador 204 para el propelente 104 genera uno o más gases de escape a altas temperaturas y altas presiones, por ejemplo, los gases de escape incluyen óxido nitroso, óxido nítrico, oxígeno y similares. En un ejemplo, el catalizador 204 inicia y acelera la desasociación del propulsor 104 en los gases de escape. En otro ejemplo, los gases de escape se generan y tienen una temperatura de alrededor de 1200 grados Fahrenheit. El cuerpo de la cámara de reacción 200 está construido con materiales que son sustancialmente robustos cuando contienen gases de escape a estas temperaturas y altas presiones, por ejemplo, las presiones de más de 300 a 400 psi. Por ejemplo, el cuerpo de la cámara de reacción 200 se construye con, pero no se limita a metales tales como acero inoxidable, aluminio, titanio y similares.

**[0020]** La Figura 2 también muestra un ejemplo de un conjunto en marcha el precalentamiento 206 junto con la cámara de reacción 106. En un ejemplo, el conjunto de precalentamiento 206 incluye un precalentador 208 junto con la matriz de reacción porosa 108. En un ejemplo, el precalentador 208 incluye un sustrato poroso acoplado sobre una pluralidad de pasajes de la matriz 202. Como se muestra en la figura 2, el precalentador 208 cubre una mayoría de la matriz de pasos 202. En otro ejemplo, el precalentador 208 está acoplado a través de un subconjunto más pequeño de la matriz de conductos 202. En un ejemplo, el precalentador 208 incluye un polvo sólido hipergólico contenido dentro de una almohada porosa, tal como capas intercaladas de celulosa que contiene el polvo hiperbólico en el mismo. A medida que el propelente 104 se introduce en la cámara de reacción 106 del propulsor 104 pasa a través del precalentador poroso 208 y reacciona con el polvo hipergólico dentro del precalentamiento 208. El propelente a base de amina 104 reacciona con el precalentador 208 y rápidamente genera calor que calienta correspondientemente la matriz de reacción porosa 108. En un ejemplo, la composición hiperbólica se utiliza con el precalentador 208 incluye pero no se limita a una mezcla de clorhidrato de sodio, óxido de cobre (por ejemplo, de 0,1 a 1 por ciento en masa), magnesio (por ejemplo, de 1 a 10 por ciento en masa). En un ejemplo, los elementos de traza de óxido cúprico y magnesio facilitan la reacción entre el precalentador 208 y el propulsor 104. En otro ejemplo, el precalentador 208 incluye borohidruro de litio. Cuando la composición hipergólica incluye litio borohidruro óxido cuprix hidruro puede ser retirado de la composición como el borohidruro de litio realiza una función similar dentro del precalentador 208.

**[0021]** Como se muestra además en la Figura 2, el ensamblaje de precalentamiento 206 incluye además, en un ejemplo, un sensor de temperatura 210 junto con la matriz de reacción porosa 108. El sensor de temperatura 210 está acoplado a lo largo de una superficie opuesta de la matriz de reacción porosa 108. En otro ejemplo, el sensor de temperatura 210 está acoplado con la matriz porosa de reacción 108 en un lugar diferente, por ejemplo, dentro de la matriz de reacción porosa o a lo largo de la superficie idéntica de la matriz de reacción porosa para el precalentador 208. Como se muestra en la figura 2, el sensor de temperatura 210 está acoplado con una válvula de control de propelente, por ejemplo, una válvula de aguja 212 a través de un control de acoplamiento 214. En un ejemplo, uno o más del sensor de temperatura 210 y la válvula de control propulsor 212 incluye un mecanismo (por ejemplo, software, cableado, un termostato, el operador mecánico y similares) configurado para operar la válvula de control de propelente 212 de acuerdo con la medición de temperatura del sensor de temperatura 210.

**[0022]** En un ejemplo, el funcionamiento del conjunto de generador de gas 100 incluye una etapa inicial en el que el sensor de temperatura 210 abre la válvula de control propulsor 212 de una pequeña cantidad para permitir que un pequeño pulso de propelente a base de amina 104 entre en la cámara de reacción 106. El pequeño pulso reacciona con el precalentador 208 para precalentar la matriz de reacción porosa 108. Después de una determinación por el sensor de temperatura 210 y que un umbral de temperatura deseada se haya alcanzado en la matriz de reacción porosa de la válvula de control propelente 212 (por ejemplo, de acuerdo con el mecanismo de control) se abre totalmente para permitir que una corriente completa de el propelente 104 en la cámara de reacción 106 para catalizar la matriz de reacción porosa ahora precalentada 108. La matriz de reacción porosa precalentada 108 inicia y acelera la catalización del agente propelente 104 asegurando con ello la generación de gases de escape para la descarga a través de la boquilla de descarga 112. En un ejemplo, el precalentador 208 precalienta la matriz de reacción porosa 108 y el catalizador 204 a una temperatura de iniciación configurada para iniciar y acelerar la descomposición del agente propelente 104 (por ejemplo, de alrededor de 260 grados Celsius hasta 1100 grados Celsius). En otro ejemplo, donde la matriz porosa de reacción 108 y el catalizador 204 se precalientan a estas temperaturas el catalizador se mantiene dentro de la matriz y con la limpieza del conjunto del generador de gas 100 y la recarga con el propelente 104 del conjunto 100 es fácilmente accionado de nuevo. El conjunto del generador de gas 100 puede por lo tanto ser reciclado para uso continuo repetido.

**[0023]** En funcionamiento, el propelente a base de amina 104 se suministra por sí mismo (por ejemplo, sin cualquier otro combustible o aire ambiente) a través del atomizador 110 a través de la matriz de reacción porosa 108. En un ejemplo, como se describe por encima de la matriz de reacción porosa 108 se precalienta con el conjunto de precalentamiento 206, incluyendo, por ejemplo, el precalentador 208. El propelente a base de amina 104 es un propelente no combustible y es catalizado por la matriz de reacción porosa 108. Dicho de otra manera, debido a que el agente propelente a base de amina 104 es de mezcla no combustible con el aire ambiente y otros combustibles como el propelente a base de amina están configurados para reaccionar por sí mismo con la matriz porosa de reacción 108. La catalización no combustible del propelente a base de amina no combustible 104 con la matriz de reacción porosa 108 hace que el conjunto del generador de gas 100 (véase la figura 1) sustancialmente no peligroso en relación con otros sistemas de generador de combustión. Por ejemplo, el propelente a base de amina 104 es estable y no peligroso en relación a otros combustibles y propelentes.

**[0024]** Además, debido a que el conjunto del generador de gas 100 que incluye la cámara de reacción 106 utiliza un propelente a base de amina 104 sin otros combustibles el propelente a base de amina proporciona un propelente sustancialmente denso (con relación al agua) que utiliza sólo una pequeña cantidad de agente propelente por unidad de tiempo es decir, la matriz de reacción porosa 108 está configurada para catalizar el propelente a base de amina 104 durante unos pocos segundos a más de un minuto con un pequeño paquete miniaturizado que lleva una correspondiente pequeña carga de propelente a en la cámara de propelente 102. Como se describe en más detalle a continuación, la matriz de reacción porosa 108 cataliza el propelente a base de amina 104 para generar una corriente de alta velocidad de gas. El gas de escape se acelera a través de la boquilla de descarga 112 y se entrega a los componentes mecánicos configurados para utilizar el gas a alta velocidad sin necesidad de un flujo volumétrico significativo como en el caso de las turbinas radiales en oposición a turbinas axiales y similares, que requieren altas velocidades de flujo volumétrico. Dicho de otro modo, otros dispositivos de generación de energía requieren un propelente mezclado con otros combustibles y el aire ambiente para generar una velocidad de flujo volumétrico grande para la generación de energía. La mezcla de estos combustibles requieren características mecánicas adicionales, por ejemplo, entradas de gas, compresores y similares. El conjunto del generador de gas 100 se describe en el presente documento, incluyendo la matriz porosa de reacción 108 dentro de la cámara de reacción 106, se opone a la inclusión de estas características mecánicas y en su lugar se basa en una única fuente de propelente tal como propelente 104 (un propelente a base de amina) dentro de la cámara de reacción 106 para generar una corriente de alta velocidad de los gases de escape con una baja tasa de flujo volumétrico correspondiente. Cuando se combina con dispositivos mecánicos y químicos de cooperación, tales como turbinas de acción, generadores eléctricos, motores de cohetes y similares estos dispositivos cooperantes son capaces de sacar provecho de la corriente de gases de escape de alta velocidad sin requerir de lo contrario grandes caudales volumétricos. El conjunto del generador de gas 100 (como parte de una unidad de fuente micro que incorpora estos otros componentes) es por lo tanto capaz de proporcionar una cantidad significativa de energía sin necesidad de una gran cantidad de combustible o mezcla de combustible con el aire ambiente, otros propelentes y similares.

**[0025]** Haciéndose referencia ahora a las figuras 3A y 3B, vistas frontal y lateral de la matriz de reacción porosa 108. Haciendo referencia primero a la figura 3A, la pluralidad de pasajes de la matriz 202 se muestra extendiéndose dentro y fuera de la página. Como se ha descrito anteriormente, en un ejemplo, la matriz de reacción porosa 108 se compone de una matriz de miembros, placas o láminas, por ejemplo, una red de la matriz 300 incluye una pluralidad de elementos verticales y horizontales, placas y similares. En un ejemplo, la red de la matriz 300 incluye una pluralidad de malla o miembros porosos contruidos con pero no limitados a óxido de aluminio. En un ejemplo, el precalentador 208 se muestra extendiéndose a través de una pluralidad de pasajes de la matriz 202.

**[0026]** Con referencia ahora a la Figura 3A y 3B, como se ha descrito anteriormente el catalizador 204 se proporciona a lo largo de los pasajes de matriz 202. Como se muestra en la Figura 3A, el catalizador 204 está dispuesto en el interior de cada uno de la matriz de los pasajes 202. Por ejemplo, el catalizador 204 se proporciona a lo largo del interior de cada uno de la matriz de conductos 202. En referencia a la Figura 3B, como se muestra el catalizador 204 está provista a lo largo de la longitud de cada uno de la matriz de conductos 202. En un ejemplo, donde la red de la matriz 300 de la matriz de reacción porosa 108 es una malla de la matriz, por ejemplo, que tiene un espacio intersticial, el catalizador 204 (por ejemplo, platino) está situado dentro de los espacios intersticiales de la red de la matriz 300, como se muestra en la Figura 3B. En un ejemplo, se proporciona el catalizador 204 dentro de la matriz porosa de reacción 108 de la porción de matriz proximal 304 a la matriz de la porción distal 306. Al proporcionar el catalizador 204 en sustancialmente la totalidad de la matriz de conductos 202 de la cámara de reacción 106 se asegura que el propelente administrado a la matriz porosa de reacción 108 desde el inyector 110 contacta con el catalizador 204 sin que importe el pasaje de matriz 202 por el que el propelente pase.

**[0027]** Como se muestra en las figuras 2, 3A y 3B, la matriz porosa de reacción 108 incluye una pluralidad de pasajes de matriz lineales 202. Como se ha descrito previamente, sustancialmente la totalidad de la matriz de conductos 202 incluyen el catalizador 204 posicionado en el mismo. Esto asegura que el propelente 104 introducido en la cámara de reacción 106 es catalizado por el catalizador 204 sin importar por qué matriz de paso 202 el propelente pase. Los canales lineales de la matriz de reacción porosa 108 minimizan sustancialmente los puntos de estancamiento dentro de la matriz de reacción porosa y minimizan cualquier sobrecalentamiento de la matriz y la cámara de reacción 106. Dicho de otra manera, los pasajes de matriz lineales 202 proporcionan una vía coherente y fiable para que el propelente se mueva a través de la matriz de reacción porosa 108 sin generar concentraciones de

calor (por ejemplo, puntos calientes) dentro de la matriz de reacción porosa 108 que de otro modo podría dañar la matriz y, posiblemente, la cámara de reacción 106. Además, la provisión de una pluralidad de pasajes de matriz lineales 202 minimiza sustancialmente o elimina embotellamientos dentro de la matriz de reacción porosa. Los pasajes lineales 202 de ese modo aseguran que el flujo de propelente 104 a través de la matriz de reacción porosa se hace de una manera rápida y eficiente sin ningún estancamiento total o parcial dentro de la matriz de reacción porosa. La entrega eficaz de los gases de escape de la matriz porosa de reacción 108 a la boquilla de descarga 112 está por lo tanto asegurada sustancialmente.

**[0028]** Aunque una matriz de reacción porosa 108 incluyendo pasajes de matriz lineales 202 que se ha descrito en el presente documento, en otros ejemplos, la cámara de reacción 106 incluye una matriz de reacción compuesta de, pero no limitada a, espuma reticulada, pasajes de nido de abeja y similares. Al igual que con la matriz de reacción porosa 108 se describe aquí, las otras opciones para la matriz (por ejemplo, un lecho de catalizador) incluyen el catalizador tal como platino impregnado con los otros tipos de matriz. Por ejemplo, con una espuma reticulada, partículas de platino se administran a lo largo de la espuma reticulada para asegurar la catalización del propelente como el agente propelente es entregado a través de la espuma.

**[0029]** La Figura 4 muestra un ejemplo de la cámara de propelente 102 anteriormente mostrada en la Figura 1. El propelente cámara 102 incluye una cámara de propelente cuerpo 400 configurada para retener el propelente 104 en el mismo bajo presión, por ejemplo, el cuerpo de la cámara de propelente 400 es construido con materiales incluyendo, pero no limitándose a, los metales tales como acero inoxidable, aluminio, titanio y similares. La cámara de propelente 102 está configurada para retener el propelente 104 a presiones de alrededor de 300 a 400 psi o mayor. En un ejemplo, la cámara de propelente 102 incluye una cámara de aire interior desviable (se muestra con la línea interior en la Figura 4) que coopera con el generador de presión 402 (descrito a continuación) presurizar y entregar el propelente en la cámara de reacción 106. Por ejemplo, la vejiga incluye un sustrato de lámina desviable incluyendo, pero no limitándose a, acero inoxidable, aluminio y similares alrededor de 1 a 2 milímetros de espesor. En otro ejemplo, un revestimiento PE, HDPE, PTFE o similar se pulveriza en el interior de la vejiga para asegurar que el propelente 104 no interactúe con el material de la bolsa (aunque el material de la bolsa ya es sustancialmente inerte).

**[0030]** Como se ha descrito anteriormente, la cámara de propelente 102 está configurada para contener un propelente a base de amina, tal como nitrato de amonio hidroxilo (HAN). El propelente 104 contenido dentro de la cámara de propelente 102 del conjunto del generador de gas 100 es un propelente no inflamable en lugar de compuestos peligrosos e inestables que queman o son de naturaleza explosiva y correspondientemente tienen una vida útil relativamente corta. El propelente a base de amina 104 contenido dentro de la cámara de propelente 102 tiene una vida útil sustancialmente larga, por ejemplo, 20 años o más. Además, el propelente a base de amina 104 se utiliza con el conjunto de la cámara de gas 100 y se almacena dentro de la cámara de propelente 102 no necesita aire ambiente para la catalización. Por ejemplo, como se describe previamente, la matriz de reacción porosa 108 está configurada para catalizar el propelente a base de amina 104 por sí mismo sin combustibles adicionales, el aire ambiente y similares. La introducción controlada de un combustible o aire ambiente para el propelente junto con los sistemas mecánicos y de control necesarios para la introducción controlada de tales materiales se evita de ese modo. La cámara de propelente 102 una cámara de presión en comunicación con la cámara de reacción 106 a través del paso de propelente 114. Compresores complejos, ventiladores, inyectores y similares, son por lo tanto evitados sustancialmente.

**[0031]** En un ejemplo, el propelente 104 dentro de la cámara de propelente 102 es un propelente denso, por ejemplo, un propelente a base de amina que tiene una gravedad específica de 1,6 o mayor (por lo menos 60% más pesado que agua líquida). El uso de un propelente denso ofrece un factor de forma pequeño (por ejemplo, un pequeño volumen de propelente que incluye una salida de potencia relativamente alta) para el conjunto de generador de gas 100. El propelente denso se atomiza poco a poco a través del inyector 110 y catalizada dentro de la matriz de reacción porosa 108 se muestra en la Figura 1 durante segundos o más (dependiendo del volumen almacenado en la cámara 102) para proporcionar un flujo constante de propelente para operación del conjunto generador de gas 100. Dicho de otra manera, el propelente a base de amina 104 almacenado dentro de la cámara de propelente 102 proporciona una cantidad significativa de energía y potencia por unidad de volumen para el conjunto del generador de gas 100 (y una unidad de fuente micro, incluyendo la misma).

**[0032]** En un ejemplo profético, el conjunto del generador de gas 100 (cuando se combina con una turbina de impulso y conjunto de generador eléctrico, tal como se describe a continuación) incluyendo el propelente 104, tiene una densidad de potencia de alrededor de 882 vatios por kilogramo y una densidad de energía de alrededor de 88 vatios-hora por kilogramo asumiendo suficiente volumen y masa del propelente 104 durante unos seis minutos de funcionamiento. En un ejemplo, el conjunto del generador de gas 100 operable para alrededor de seis minutos, se incorpora dentro de un UAV en miniatura, tales como el UAV 800 que se muestra en la Figura 8. En contraste con el conjunto de generador de gas 100 incorporado dentro de una unidad de micro de potencia (por ejemplo, véase 501 y 701 a continuación), un sistema de energía de la batería correspondiente configurado para ejecutar alrededor de seis minutos puede proporcionar una densidad de potencia de alrededor de 30 a 600 vatios por kilogramo y una densidad de energía de alrededor de 3 a 60 vatios hora por kilogramo (durante seis minutos de funcionamiento). El conjunto del generador de gas 100 proporciona así más potencia por kilogramo que un sistema de batería

equivalente. Adicionalmente, el conjunto del generador de gas 100 pierde peso durante toda la operación como el propelente 104 está catalizada y se descarga. Cuando el conjunto del generador de gas 100 se incorpora dentro de un dispositivo, tal como un UAV, el UAV utiliza la generación de potencia constante del conjunto 100 en combinación con el peso disminuyendo gradualmente el conjunto 100 para aprovechar mayores períodos de funcionamiento para el dispositivo. Alternativamente, el volumen de propelente (y su masa correspondiente) se reduce mientras se mantiene un período de funcionamiento similar a un sistema de batería más pesado.

**[0033]** Como se muestra además en la figura 4, en un ejemplo, el conjunto del generador de gas 100 incluye un generador de presión 402, junto con la cámara de propelente 102 a través de un paso de presurización 408. El generador de presión 402 está configurado para presurizar el propelente 104 dentro de la cámara de propelente 102 y entregar correspondientemente el propelente a través del pasaje de propelente 114 a la cámara de reacción 106 donde es se cataliza por la matriz de reacción porosa 108. El generador de presión 402 incluye, pero no se limita a, una variedad del mecanismo generador de presión, por ejemplo, mechas, mecanismo de generadores de presión operados por pistón, generadores de presión operados químicamente y similares. En un ejemplo, el generador de presión 402 se activa con un activador 404 junto con el generador de presión. Por ejemplo, el activador 404 incluye, en un ejemplo, una cuerda de seguridad 406 dimensionada y conformada para iniciar una reacción o operación mecánica dentro del generador de presión 402 para entregar la presión a la cámara de propelente 102 y de ese modo suministrar el propelente 104 a través del pasaje de propelente 114 a la cámara de reacción 106.

**[0034]** En otro ejemplo, el paso de presurización 408 incluye una válvula de retención 410 dimensionado y conformado para asegurar el propelente 104 dentro de la cámara de propelente 102 es incapaz de moverse en el generador de presión 402. En un ejemplo, la válvula de retención 410 incluye pero no se limita a una válvula de retención de bola que permite fácilmente el paso de fluido a presión del generador de presión 402 a través del paso de presurización 408 pero sustancialmente impide la entrega opuesta del propelente 104 a través del paso de presurización 408 al generador de presión 402 .

**[0035]** La figura 5 muestra una vista esquemática del conjunto del generador de gas 100 se ha descrito previamente en la Figura 1 junto con un ejemplo de un conjunto de turbina de impulso 504. El conjunto del generador de gas 100 en combinación con el conjunto de turbina de impulso 504 es una unidad de fuente de micro 501. como se ha descrito anteriormente, el conjunto del generador de gas 100 incluye una cámara de propelente 102 incluyendo un propelente 104 en el mismo, tales como propelente a base de amina, junto con una cámara de reacción 106 que tiene una matriz porosa de reacción 108. Como se muestra en la Figura 5, la cámara de reacción 106 incluye una boquilla de descarga 500 que tiene un contorno de boquilla 502. Opcionalmente, la boquilla de descarga 500 incluye una boquilla de cohete incluyendo un 502 configurado correspondiente boquilla de contorno para dirigir los gases de escape generados a partir de la matriz de reacción porosa 108 a alta velocidad (por ejemplo, supersónico) en el conjunto de turbina de impulso 504. Por ejemplo, el contorno de boquilla 502 se acelera gases de escape y descarga los gases de la cámara de reacción 108 a velocidades de alrededor de 5000 a 7000 pies por segundo.

**[0036]** Con referencia de nuevo a la Figura 5, el conjunto de turbina de impulso 504 se muestra acoplado con la cámara de reacción 106 y en comunicación de fluido a través de la boquilla de descarga 500. El conjunto de turbina de impulso 504 incluye una carcasa de la turbina 506 con un rotor de turbina 508 en el mismo. En un ejemplo, el rotor de la turbina 508 es una turbina de impulso radial incluyendo, por ejemplo, una rueda Pelton. El rotor de la turbina 508 es móvil giratoriamente dentro de la carcasa de la turbina 506 a través de acoplamiento con un eje de turbina 510 que se extiende a través de la carcasa de la turbina 506. Como se muestra en la Figura 5, el rotor de turbina 508 incluye una pluralidad de copas tangenciales 512 situadas adyacente a la boquilla de descarga 500. Dicho de otra manera, la boquilla de descarga 500 está configurada para dirigir los gases de escape en las tazas tangenciales 512 y por lo tanto girar el rotor de turbina 508 con respecto a la carcasa de la turbina 506. La carcasa de la turbina 506 incluye además una descarga de escape 516 configurada para liberar los gases de escape desde dentro de la carcasa de la turbina 506 después de que los gases de escape inciden en las copas tangenciales 512 y transmiten la energía cinética en la rotación del rotor de la turbina 508 y el eje de la turbina 510.

**[0037]** Con referencia ahora a la Figura 6, el conjunto de turbina de impulso 504 se muestra en la Figura 5 se muestra ahora desde la parte superior. El rotor de la turbina 508, por ejemplo una rueda Pelton, está colocado de forma giratoria dentro de la carcasa de la turbina 506. Como se muestra el rotor de turbina 508 incluye una pluralidad de copas tangenciales 512 colocadas a lo largo de la periferia del rotor de la turbina 508. La pluralidad de copas tangenciales 512 están posicionadas para asegurar pinzamiento tangencial por flujos de escape 602 entregados a través de la boquilla de descarga 500 a lo largo de la periferia del rotor 508. En un ejemplo, la pluralidad de copas tangenciales 512 están situadas en un radio consistente 600 con relación a un eje central del eje de la turbina 510. Por ejemplo, la pluralidad de copas tangenciales 512 están situadas aproximadamente a 0,5 pulgadas desde el eje central del eje de la turbina 510. con la pluralidad de copas tangenciales 512 situadas en los radios de aproximadamente 0,5 pulgadas en relación con el eje central 604 del eje de la turbina 510 de conjunto de la turbina de impulso 504 tiene un diámetro de alrededor de 1 pulgada (o más con la carcasa 506 incluirse).

**[0038]** Como se describirá en detalle a continuación, debido a que el rotor de la turbina 508 se basa en el impulso proporcionado por la corriente de escape 602 de la cámara de reacción 106 una corriente de alta velocidad de gas

de escape genera la generación de energía significativa con el conjunto de turbina de impulso 504 sin necesidad de alta velocidad de flujo volumétrico. Correspondientemente, cuando la corriente de escape 602 de la boquilla de descarga 500 entra en el conjunto de la turbina de impulso 504 a velocidad supersónica, por ejemplo, 5.000 a 7.000 pies por segundo la velocidad de giro correspondiente del rotor de turbina 508 genera un peso significativo a pesar del miniaturizado y el factor de forma compacta de la unidad de micro potencia 501 que incluye el conjunto de generador de gas 100 y el conjunto de turbina de impulso 504. Dicho de otra manera, el conjunto de turbina de impulso 504 se basa en la alta velocidad y las bajas tasas de flujo volumétrico para alcanzar el poder significativo mientras que otras turbinas tales como turbinas radiales dependen de alta velocidad de flujo volumétrico de baja velocidad para generar potencia. Las altas tasas de flujo volumétrico requieren correspondientemente grandes boquillas, almacenamiento significativo de propelente y similares que faciliten la entrega de grandes cantidades de líquido en la carcasa de la turbina. Relativamente se requieren grandes turbinas axiales para generar energía con las altas tasas de flujo volumétrico correspondiente. Grandes turbinas grandes, boquillas y un mayor almacenamiento de propelente (en relación con la fuente de micro 501) se oponen a la miniaturización de los conjuntos de turbina y por lo tanto impiden en consecuencia el uso de turbinas axiales en un conjunto miniaturizado tal como el conjunto generador de gas 100 se describe en este documento.

[0039] Como se ha descrito anteriormente, el conjunto de turbina de impulso 504 muestra en las Figuras 5 y 6 se basa en una corriente de alta velocidad de gas de escape 602 liberado de la boquilla de descarga 500 y generado dentro de la cámara de reacción 106 por catalizar un propelente a base de amina 104 dentro de la matriz de reacción porosa 108. El conjunto de turbina de impulso 504 se basa principalmente en la alta velocidad para la generación de energía en comparación con la velocidad de flujo volumétrico de la corriente de gas que pasa en la carcasa de la turbina 506 y que incide sobre las copas tangenciales 512. La fuerza suministrada por la corriente de escape 602 a las copas tangenciales 512 hace girar el rotor de la turbina 508 y correspondientemente gira el eje de la turbina 510 para generar potencia mecánica para la unidad de potencia micro 501. En un ejemplo, la fuerza impuesta por el flujo de escape 602 en una o más de las copas tangenciales 512 está representada por la siguiente ecuación:

$$F = 2\rho Q(V_i - u)$$

[0040] En la ecuación F representa la fuerza en cada una de las copas tangenciales 512, debido a que incide de la corriente de escape 602 sobre el mismo. La letra griega p es la densidad del fluido de corriente de escape 602. Q es el caudal volumétrico del gas de escape en la carcasa de la turbina 506, mientras que  $V_i$  es la velocidad inicial de la corriente de escape 602 cuando entra en la carcasa de la turbina 506. La cantidad u es equivalente a la velocidad lineal de un punto de rotor de la turbina 508 en un radio idéntico a las copas tangenciales 512. Como se muestra en la ecuación de la fuerza, la fuerza entregada al rotor de la turbina 508 se genera al menos parcialmente de acuerdo con la velocidad de flujo volumétrico de la corriente de escape 602 entregada en el conjunto de turbina de impulso 504. Como se describirá en más detalle a continuación hay una relación fuerte entre la velocidad de la corriente de escape 602 con relación a la potencia generada por el conjunto de la turbina de impulso 504. La energía generada por el conjunto de turbina de impulso 504 está representada por la siguiente ecuación:

$$P = Fu$$

[0041] Como se ha descrito anteriormente, la ecuación de la fuerza se proporciona arriba y la cantidad u es equivalente a la velocidad lineal de un punto en el rotor de la turbina 508 a la misma distancia desde el centro del eje 604 del eje de la turbina 510 a una de las copas tangenciales 512 (por ejemplo, equivalente al radio del rotor de turbina 508). La ecuación resultante por el poder es:

$$P = 2\rho Q(V_i - u)(u)$$

[0042] El derivado de la ecuación resultante después se realiza para encontrar una potencia máxima susceptible de ser entregada por el conjunto de la turbina de impulso 504. El derivado de la ecuación es igual a cero y u se soluciona. Por la solución de la igualdad derivada a cero y resolviendo para u la velocidad que alcanza la potencia máxima se determina (por ejemplo, la potencia máxima se produce cuando el cambio en el poder a través del tiempo es igual a cero en el pico de la curva). Mediante el establecimiento del derivado igual a cero y luego resolver para u se genera la máxima potencia con el conjunto de la turbina de impulso donde u es igual a:

$$u = \frac{V_i}{2}$$

[0043] Como se muestra anteriormente, la velocidad del rotor de la turbina 508 es una función de  $V_i$ , la corriente de escape 602 de velocidad. Volviendo a la ecuación de poder previamente determinada para el conjunto de turbina de impulso 504, cuando la cantidad de u se cambia por el valor de base de velocidad determinado anteriormente ( $V_i/2$ ) la ecuación de poder está resuelta y es equivalente a:

$$P_{max} = \rho Q \frac{V_i^2}{2}$$

5

$$P_{max} = \rho A \frac{V_i^3}{2}$$

10 **[0044]** Como se muestra anteriormente, cuando la velocidad de flujo volumétrico Q se intercambia por sus componentes, la zona de la boquilla de descarga 500 y la velocidad de entrada de la corriente de escape 602, la ecuación de energía muestra que hay una relación cúbica entre la velocidad de entrada de la corriente de escape 602 (por ejemplo,  $V_i$ ) y el poder. Es decir, proporcionando un flujo de escape de alta velocidad 602 para el conjunto de turbina de impulso 504 de la velocidad de la corriente de escape 602 tiene una relación exponencial cúbica a la potencia generada por el conjunto de la turbina de impulso 504. En contraste, el área de la boquilla de descarga 500 (un componente de la velocidad de flujo volumétrico) tiene una simple relación multiplicativa de la potencia generada por el conjunto de turbina de impulso 504. Dicho de otra manera, mediante la maximización de la velocidad de la corriente de escape 602 y la minimización de la tasa de flujo volumétrico a través de la boquilla de descarga 500 de potencia significativa generada por el conjunto de la turbina de impulso 504 en comparación con aumentos correspondientes en la tasa de flujo volumétrico de la corriente de escape 602 y una correspondiente disminución en la velocidad de la corriente de escape.

25 **[0045]** La Figura 7 muestra otro ejemplo del conjunto de generación de gas 100 acoplado con el conjunto de turbina de impulso 504 anteriormente se muestra en las Figuras 5 y 6 y un generador eléctrico 700. El conjunto de la generación de gas 100, el conjunto de turbina de impulso 504 y el generador eléctrico 700 es otro ejemplo de una unidad de potencia micro 701 configurada al generador una o más de potencia eléctrica y mecánica. Como se ha descrito anteriormente, la corriente de escape 602 (véase la Figura 6) se suministra al conjunto de la turbina de impulso 504 para girar el rotor de la turbina 508 y por lo tanto girar el eje de la turbina 510. En un ejemplo, el eje de la turbina 510 está acoplado, por ejemplo a través de una unidad de reducción, con componentes mecánicos en otro conjunto como un vehículo aéreo no tripulado en miniatura. En el ejemplo mostrado en la Figura 7, el eje de la turbina 510 está acoplado con el generador eléctrico 700 (por ejemplo, un alternador). Como se muestra en la Figura 7, el generador eléctrico 700 incluye una carcasa del generador 702 que tiene un estator 704 en la carcasa 702 que rodea a un rotor del generador 706. Rotación del eje 510 del rotor de la turbina 508 y de la turbina se transmite correspondientemente al rotor del generador 706. La rotación del rotor del generador 706 genera electricidad en el estator 704.

40 **[0046]** Como se ha descrito anteriormente, la corriente de escape 602 se suministra al conjunto de turbina de impulso 504 a una alta velocidad, por ejemplo, 5000 a 7000 pies por segundo. La energía generada por la turbina de impulso conjunto 504 es equivalente a un exponente de la velocidad de entrada ( $V_i$ ) de la boquilla de descarga 500. La velocidad de entrada de la boquilla de descarga 500 tiene una relación a la velocidad de rotación del eje de la turbina 510. Por ejemplo, como se describe anteriormente, cuando la solución a la potencia máxima capaz de ser generada por el conjunto de la turbina de impulso 504 de la velocidad de un punto en el rotor de la turbina 508 equivalente al radio de una copa tangencial 512 es igual a  $u$  y  $u$  es igual a la cantidad  $V_i/2$ . La velocidad  $u$  se divide por el radio de las copas tangenciales 512 proporciona la velocidad rotacional del eje de la turbina 510. El rotor del generador 706 se hace girar a esta velocidad de rotación ( $\omega$ ) y el generador eléctrico 700 genera correspondientemente la electricidad de acuerdo con la velocidad del rotor del generador 706 de rotación. Dicho de otra forma, cuanto mayor sea la velocidad de corriente de escape 602 mayor es la velocidad de rotación del generador de rotor 706. En consecuencia, el aumento de la velocidad de rotación del generador eléctrico 700 genera electricidad aumentó. Como se describirá en más detalle a continuación, la electricidad generada por el generador eléctrico 700 en combinación con el conjunto de turbina de impulso 504 (tal como la unidad de potencia micro 701) se utiliza en una o más aplicaciones para proporcionar electricidad para sistema un control de vuelo en un vehículo aéreo no tripulado en miniatura, la rotación de una hélice para un vehículo aéreo no tripulado, para la carga de baterías y similares.

55 **[0047]** La Figura 8 muestra un ejemplo de un vehículo aéreo no tripulado miniaturizado (UAV), incluyendo el conjunto de generador de gas 100 como parte de la unidad de potencia micro 701 anteriormente descritos en este documento. Como se muestra en la Figura 8, el UAV miniaturizado 800 incluye un cuerpo UAV 802 que tiene un fuselaje y las alas unidas al fuselaje. Como se muestra en la Figura 8, en un ejemplo, el UAV miniaturizado 800 incluye una hélice 804 UAV de manera giratoria junto con el cuerpo UAV 802. En un ejemplo, la hélice UAV 804 incluye cuchillas ajustables 812. Las cuchillas ajustables 812 son operadas con actuadores de cuchilla unidos 814 para ajustar el paso de las palas ajustables 812 durante el funcionamiento del UAV miniaturizado 800.

65 **[0048]** Haciéndose ahora referencia a la vista esquemática de la unidad de potencia micro 701 y los otros componentes dentro del UAV miniaturizado 800, el conjunto del generador de gas 100 incluye una cámara 102 propelente incluyendo un propelente 104 en el mismo. En un ejemplo, el propelente 104 incluye un propelente no inflamable, tal como un propelente a base de amina (por ejemplo, nitrato de amonio hidroxilo). En el ejemplo

mostrado en la Figura 8, la cámara de propelente 102 está acoplada con un generador de presión 402 configurado para aplicar una presión a través de la cámara de propelente 102 y de ese modo suministrar el propelente 104 a través del paso propelente 114 a una cámara de reacción 106 que incluye una matriz de reacción porosa 108. Como se ha descrito anteriormente, la matriz de reacción porosa 108 incluye un catalizador en el mismo configurado para catalizar el propelente 104 y no combustible generan gases de escape como el óxido nítrico, óxido nitroso, oxígeno y similares. Los gases de escape se suministran a través de la cámara de reacción 106 al conjunto de la turbina de impulso 504 que se muestra en la Figura 8. Como se describe previamente en un ejemplo, el conjunto de turbina de impulso 504 incluye una rueda Pelton, como el rotor de la turbina 508 que se muestra en la Figura 5. El conjunto de la turbina de impulso 504 incluye además un eje de las turbinas 510 (véase la Figura 5), junto con el generador eléctrico 700. La rotación del rotor de la turbina hace girar correspondientemente el rotor del generador 706 (véase la Figura 7) y por lo tanto genera electricidad para el miniaturizado UAV 800.

**[0049]** En el ejemplo mostrado en la Figura 8, múltiples componentes se muestran acoplados eléctricamente con el generador eléctrico 700. Por ejemplo, el generador eléctrico 700 se muestra acoplado con un sistema de control de vuelo 808. El generador 700 proporciona energía eléctrica para el sistema de control de vuelo 808 y facilita el control de la miniaturización UAV 800. En otro ejemplo, el UAV miniaturizado 800 incluye una batería 810 acoplada con el generador eléctrico 700. Durante el funcionamiento del conjunto de generador de gas 100, la electricidad generada por el generador eléctrico 700 se almacena opcionalmente dentro de la batería 810 para uso futuro por el UAV miniaturizado 800. En un ejemplo, el conjunto del generador de gas 100 se hace funcionar durante un período especificado del tiempo y la energía eléctrica generada por el generador eléctrico 700 se almacena a partir de entonces dentro de la batería 810 para su uso durante la parte de o de toda la fase operativa de la UAV miniaturizado 800. La inclusión del conjunto del generador de gas 100 facilita el uso de una batería más pequeña 810 con relación a las baterías más grandes necesarias para el funcionamiento del UAV 800 miniaturizado que están configuradas para retener su carga durante la vida útil más larga, por ejemplo, de 5 a 10 años.

**[0050]** En otro ejemplo, el generador eléctrico 700 se muestra acoplado con un motor 806 acoplado mecánicamente a la hélice UAV 804. Como se muestra en la Figura 8, la potencia eléctrica generada a través del generador eléctrico 700 se transmite al motor 806 para girar la hélice UAV 804 y con ello proporcionar energía motriz para el UAV miniaturizado 800. En otro ejemplo, el sistema de control de vuelo 808 está acoplado operativamente con la hélice UAV 804, por ejemplo, las cuchillas ajustables 812. El sistema de control de vuelo 808 está configurado para operar los actuadores de cuchilla 814 y de ese modo ajustar el paso de las palas 812. El sistema de control de vuelo 808 es capaz de ajustar el consumo de potencia de la hélice UAV 804 y, correspondientemente, ajustar la velocidad global del UAV miniaturizado 800. En otro ejemplo, el sistema de control de vuelo 808 está configurado para entregar energía de forma selectiva a una o más de la hélice UAV 804 y la batería 810 de acuerdo con las necesidades operativas de la UAV miniaturizado 800 en momentos discretos durante el funcionamiento del UAV. Por ejemplo, durante el funcionamiento del conjunto del generador de gas 100 el sistema de control de vuelo 808 suministra selectivamente energía eléctrica desde el generador eléctrico 700 a la hélice UAV 804 donde el sistema de control de vuelo 808 determina que la hélice UAV 804 necesita la totalidad de la potencia generada a través de la unidad de potencia 701 micro para alcanzar parámetros de rendimiento, por ejemplo, la velocidad máxima, de empuje y similares. En otro ejemplo, donde el sistema de control de vuelo 808 determina que la hélice UAV 804 y el motor 806 no requieren en un momento determinado la totalidad de la energía generada por la unidad de potencia micro 701 el sistema de control de vuelo 808 desvía al menos una parte de la potencia eléctrica generada por el generador eléctrico 700 a la batería 810 para el almacenamiento y el uso eventual por el UAV el motor 806 (y otros sistemas de la UAV).

**[0051]** En otro ejemplo, el sistema de control de vuelo 808 coopera con la unidad de potencia micro 701 (incluyendo el conjunto de generador de gas 100) para estrangular el flujo de propelente 104 de la cámara de propelente 102 a la cámara de reacción 106 y la matriz de reacción porosa 108. Mediante el estrangulando del flujo del propelente 104 a la cámara de reacción 106 se entrega propelente y se cataliza de una manera controlada y especificada para asegurarse de que la potencia de salida apropiada se genere por el impulso conjunto de turbina 504, junto con el generador eléctrico 700. Por ejemplo, en un ejemplo, el sistema de control de vuelo está acoplado operativamente con la válvula de control propelente 212 mostrado en la Figura 2. La válvula de control propelente 212 incluye una válvula de aguja configurada para precisamente medir la cantidad de propelente 104 entregada a la cámara de reacción 106. Mediante la medición del propelente 104 entregada a la matriz porosa 108 del conjunto del generador de gas 100 en cooperación con el sistema de control de vuelo 808 es capaz de ajustar la salida de gases de escape para el impulso conjunto de turbinas 504 y la velocidad de giro correspondiente del rotor de turbina 508 y el rotor del generador 706. La salida de energía eléctrica de la unidad de potencia micro 701 que incluye el conjunto de turbina 504 y el generador eléctrico 700 se ajusta de este modo, según sea necesario de acuerdo con las necesidades de potencia del UAV miniaturizado 800.

**[0052]** En otro ejemplo, el sistema de control de vuelo 808 está acoplado operativamente con los accionadores de cuchilla 814. El sistema de control de vuelo 808 se ajusta a las características aerodinámicas de la hélice UAV 804 ajustando el tono de las cuchillas ajustables 812. Por ejemplo, como el conjunto del generador de gas 100 funciona mediante la entrega del propelente 104 a la cámara de reacción 106 se genera una cantidad fija de potencia sobre una unidad de tiempo por el generador eléctrico 700. El sistema de control de vuelo 808 ajusta el tono de las cuchillas ajustables 812 a través de la operación de los accionadores de cuchilla 814 para ajustar

correspondientemente la velocidad total del UAV miniaturizado 800.

**[0053]** El UAV miniaturizado 800 incluye la unidad de potencia micro 701 (que incorpora el conjunto de generador de gas 100 y otros componentes) como se muestra en la Figura 8 ofrece ventajas operativas significativas sobre UAVs diseñados de modo similar, incluyendo sistemas de baterías. Por ejemplo, el conjunto del generador de gas 100 incluye un propelente estable 104, tal como un propelente a base de amina (por ejemplo, nitrato de amonio hidroxilo), que tiene una larga vida útil y es sustancialmente no combustible. El uso de un conjunto de generación de gas 100, incluyendo el propelente 104, de ese modo elimina sustancialmente los riesgos asociados con el uso de un combustible propelente. Además, el funcionamiento del conjunto del generador de gas 100, por ejemplo, durante el funcionamiento del UAV miniaturizado 800 disminuye la masa del UAV miniaturizado 800 en el lapso de tiempo que el propelente 104 se suministra a la cámara de reacción 106. Por ejemplo, como el propelente 104 está catalizado dentro de la matriz de reacción porosa 108 y los gases de escape se suministran al conjunto de turbina de impulso 504 de la masa del propelente 104 disminuye gradualmente. La masa total del UAV miniaturizado 800 de ese modo correspondientemente disminuye lo que facilita un funcionamiento más eficiente del UAV miniaturizado ya que el motor eléctrico 806 y UAV hélice 804 operan para mover un cuerpo UAV 802 que tiene un peso que disminuye gradualmente.

**[0054]** Además, el conjunto del generador de gas 100 en combinación con el conjunto de turbina de impulso 504 y el generador eléctrico 700 permite para el acoplamiento eléctrico del conjunto del generador de gas 100 con el motor 806 de la hélice UAV 804. En otro ejemplo, el conjunto de turbina de impulso 504 está acoplado mecánicamente con la hélice UAV 804, por ejemplo con una unidad de reducción interpuesta entre ellos. Además, como se ha descrito anteriormente, el sistema de control de vuelo 808 es capaz de estrangular selectivamente la salida de potencia del conjunto del generador de gas 100 a través de la operación de los accionadores de cuchilla 814, junto con las cuchillas ajustables 812. Mediante el ajuste del paso de las palas 812 del sistema de control de vuelo 808 es capaz de cambiar las características aerodinámicas de las palas ajustables 812 y por lo tanto correspondientemente alterar la velocidad y el rendimiento del UAV miniaturizado 800. En otro ejemplo, y como se ha descrito anteriormente, el sistema de control de vuelo 808 está configurado para estrangular el flujo del agente propelente 104 a la cámara de reacción 106, por ejemplo, con una válvula de control propelente 212 mostrada en la Figura 20. El sistema de control de vuelo 808 en esta configuración es capaz de controlar la salida de los gases de escape de la cámara de reacción 106 al conjunto de impulso 504 y de ese modo correspondientemente ajustar y administrar la salida de potencia eléctrica del generador eléctrico 700. El generador eléctrico 700 de ese modo produce un rango ajustable de potencia de salida a la hélice UAV 804 y el motor 806 para ajustar correspondientemente la velocidad general y el rendimiento del UAV miniaturizado 800.

**[0055]** Por otra parte, la unidad de potencia 701 micro incluida con el UAV miniaturizado 800 proporciona un conjunto de generación de potencia completa que es totalmente autónoma y no requiere aire ambiente para el funcionamiento. En cambio, el conjunto del generador de gas no combustible 100 cataliza el propelente a base de amina 104 dentro de la matriz de reacción porosa 108 y la catalización genera los gases de escape necesarias para la operación del conjunto de turbina de impulso 504. Además, la catalización del propelente 104 dentro de la matriz de reacción porosa 108 genera los gases de escape a alta velocidad, por ejemplo, de 5000 a 7000 pies por segundo. Los gases de escape cuando se entrega a través de la boquilla de descarga 500 inciden sobre las copas tangenciales 512 del rotor de turbina 508 a girar correspondientemente el rotor de la turbina 508 y el generador 706 para generar energía. La unidad de potencia micro 701 es por lo tanto capaz de funcionar en casi cualquier entorno (por ejemplo, la atmósfera del nivel del mar, ambientes de atmósfera delgada, por ejemplo, la exosfera y la termosfera y similares) y no necesita compresores adicionales, entradas para el aire y el combustible y similares con el peso y la estructura adjunta. Dicho de otra manera, la unidad de potencia micro 701 incluido en el UAV miniaturizado 800 opera como un sistema cerrado y por lo tanto no necesita aire ambiente u otras fuentes de combustible mezcladas con el propelente 104 para el funcionamiento. En cambio, el conjunto del generador de gas 100 por sí mismo genera gases de escape no combustibles y coopera con el conjunto de turbina de impulso 504 y el generador eléctrico 700 para generar potencia correspondientemente.

**[0056]** La Figura 9 muestra un ejemplo de una carga de batería 900 que incluye el conjunto generador de gas 100 anteriormente descrito en este documento. Como se muestra en la Figura 9, el cargador de baterías 900 incluye además un conjunto de turbina de impulso 504 y un generador eléctrico 700 acoplado con un conjunto de generador de gas 100 (tal como la unidad de potencia micro 701). El cargador de baterías 900 incluye además una carcasa de cargador 904 que contiene el conjunto del generador de gas 100, el conjunto de turbina de impulso 504 y el generador eléctrico 700. La carcasa de cargador 904 incluye además un receptáculo de batería 906 dimensionado y conformado para recibir al menos una batería en él. Como se muestra en la Figura 9, dos o más terminales 908 están posicionados dentro del receptáculo de batería 906 y configurados para hacer contacto con al menos una batería colocada dentro del receptáculo de batería 906. Como se muestra además en la Figura 9, en un ejemplo, un regulador 902 (por ejemplo, una o más de una tensión o un regulador de corriente) se plantea interacción entre los terminales 908 y el generador eléctrico 700. El regulador 902 está configurado para acondicionar la electricidad generada por el generador eléctrico 700 para recargar una o más baterías posicionadas dentro del receptáculo de la batería 906. En un ejemplo, y además se describe a continuación, el regulador 902 es un regulador ajustable y configurable para recargar una o más de una variedad de diferentes tipos de baterías. Opcionalmente, en otro ejemplo, el regulador 902 incluye una serie de reguladores posicionados dentro de la carcasa del cargador 904 cada

uno de los cuales es ajustable de forma selectiva para suministrar una tensión deseada o actual a los terminales 908 del cargador de batería 900. Por ejemplo, en el que el cargador de baterías 900 incluye una pluralidad de receptáculos de baterías 906, una pluralidad de reguladores 902 se utilizan para determinar selectivamente qué voltaje y la combinación de corriente suministrada a cada uno de los terminales 908.

**[0057]** Como se ha descrito anteriormente, el conjunto de generador de gas 100 opera mediante la entrega de un propulsor, tal como el propulsor 104, en la cámara de propelente 102 a una cámara de reacción 106, incluyendo una matriz de reacción porosa 108. El propulsor 104 incluye, pero no se limita a, nitrato de hidroxilo de amonio, un propelente no inflamable, catalizado por el catalizador 204 dentro de la matriz de reacción porosa 108 para generar uno o más gases de escape. Los gases de escape no combustibles generados son suministrados para el conjunto de turbina de impulso 504. Como se ha descrito anteriormente en un ejemplo, los gases de escape se entregan al conjunto de la turbina de impulso 504 a alta velocidad, por ejemplo, 5.000 a 7.000 pies por segundos (por ejemplo, una velocidad supersónica). Los gases de escape inciden sobre la copas tangenciales 512 del rotor de la turbina 508 y gire el rotor de la turbina y el correspondiente eje de la turbina 510. La rotación del eje de la turbina funciona correspondientemente el generador eléctrico 700 y genera energía eléctrica para el cargador de batería 800.

**[0058]** Como se muestra en la Figura 9, el cargador de baterías 900 incluye un regulador 902 configurado para ajustar la salida de electricidad del generador eléctrico 700 de acuerdo con el voltaje y las especificaciones actuales de cualquier configuración de batería para el posicionamiento dentro del receptáculo de batería 906. Opcionalmente, el regulador 902 es un regulador ajustable y el usuario es capaz de seleccionar el voltaje y la combinación de corriente de acuerdo a la batería para ser recargada dentro del receptáculo de la batería 906. En todavía otra ejemplo, el cargador de batería 900 incluye una pluralidad de receptáculos de tamaño 906 de la batería y en forma para recibir una correspondiente pluralidad y variedad de las baterías en el mismo. Uno o más reguladores 902 están incluidos en el cargador de batería 900. El uno o más reguladores 902 incluyen o bien esquemas de regulador establecidos o esquemas reguladores variables de acuerdo con las baterías colocadas dentro de los receptáculos de batería múltiple 906.

**[0059]** El cargador de baterías 900, incluyendo el conjunto de generador de gas 100 que se muestra en la Figura 9, proporciona una serie de ventajas respecto a cargadores operados a batería. En un ejemplo, el cargador de baterías 900 incluye una fuente estable de energía de larga duración con el propelente 104. El propulsor 104, por ejemplo un propulsor a base de amina, tiene una vida útil larga (por ejemplo, 10 años o más). Además, el propulsor a base de amina 104 es estable y no está sujeto a la combustión o la descomposición gradual mientras está almacenado. El cargador de batería 900 permite, además, que un usuario recargue las baterías con eficacia en el campo. Como se ha descrito anteriormente, el cargador de batería 900 tiene una vida útil larga con un propelente no peligroso estable 104 en el mismo. Un usuario puede llevar el cargador de batería 900 en el campo y utilizar con seguridad el cargador de batería 900 después de meses o incluso años en el campo o el almacenamiento antes de su uso real. El cargador de batería 900 se utiliza para recargar las baterías recargables y proporciona una plataforma estable en la que el usuario puede confiar en la confianza para recargar las baterías mientras que está en el campo.

**[0060]** La unidad de potencia micro 701 incluido con el cargador de batería 900 proporciona un conjunto completo de generación de energía que es totalmente autónomo y no requiere aire ambiente para el funcionamiento. En cambio, el conjunto del generador de gas no combustible 100 cataliza el propelente a base de amina 104 dentro de la matriz de reacción porosa 108 y la catalización genera los gases de escape necesarias para la operación del conjunto de turbina de impulso 504 y el generador eléctrico 700 acoplado con el conjunto de turbina. La unidad de potencia micro 701 es por lo tanto capaz de funcionar en casi cualquier entorno (por ejemplo, la atmósfera del nivel del mar, ambientes de atmósfera delgada, por ejemplo, la exosfera y la termosfera y similares) y no necesita compresores adicionales, ensenadas y similares (con estructura mecánica adicional) para mezclar el aire ambiente o de otros combustibles con el propelente. Dicho de otra manera, la unidad de potencia micro 701 incluido en el cargador de batería 900 opera como un sistema cerrado y por lo tanto no necesita aire ambiente u otras fuentes de combustible mezcladas con el propelente 104 para el funcionamiento. En cambio, el conjunto del generador de gas 100 por sí mismo no genera gases de escape combustibles y coopera con el conjunto de turbina de impulso 504 y el generador eléctrico 700 para generar potencia correspondientemente.

**[0061]** La Figura 10 muestra un ejemplo de un motor de cohete 1000 acoplado con el conjunto del generador de gas no combustible 100 que se muestra en la Figura 1. En el ejemplo mostrado en la Figura 10, el motor de cohete 1000 incluye una carcasa de cohete 1002 incluyendo un combustible 1004, tal como un propelente de cohete sólido, colocado a lo largo de la carcasa de cohete 1002. El motor de cohete 1000 incluye además un iniciador 1006 situado dentro de la carcasa de cohete 1002. El iniciador 1006 está configurado para iniciar una reacción de combustión dentro de la carcasa de cohete 1002, por ejemplo, con los gases de escape generados por la cámara de reacción 106. El motor de cohete 1000 incluye además una boquilla de descarga de cohetes 1008 que tiene un contorno de boquilla 1010. En un ejemplo, la tobera de descarga de cohete 1008 incluye un contorno de boquilla 1010 configurado para embudo y los gases de escape directamente del motor de cohete 1000 de la carcasa 1002 del cohete de acuerdo a un perfil de empuje y el rendimiento deseado para el motor del cohete 1000.

**[0062]** Como se ha descrito anteriormente, el conjunto del generador de gas no combustible 100 funciona mediante la entrega de un propelente 104 de una cámara de propelente 102 a través de un inyector 110 en la cámara de

reacción 106. Como se ha descrito anteriormente, el propelente 104 en un ejemplo es un propelente a base de amina no combustible suministrado a la matriz de reacción porosa 108 dentro de la cámara de reacción 106. La introducción del agente propelente 104 a la matriz de reacción porosa 108 cataliza el propelente 104 y genera gases de escape. Los gases de escape después se entrega a través de la boquilla de descarga 112 de la cámara de reacción 106. En un ejemplo, los gases de escape incluyen oxígeno generado a partir de la catalización del propelente 104. En otro ejemplo, el propelente 104 incluye, pero no se limita a, nitrato de amonio hidroxilo (HAN) mientras que el catalizador dentro de la matriz porosa de reacción 108 incluye el catalizador 204 (por ejemplo, platino). El catalizador 204 cataliza rápidamente el propelente 104 para generar los gases de escape, incluyendo, pero no limitándose a, óxido nitroso, óxido nítrico y oxígeno (por ejemplo, O<sub>2</sub>). Cuando la cámara de reacción 106 que incluye la matriz de reacción porosa 108 y el propelente 104 generan oxígeno, el oxígeno se suministra a través de la boquilla de descarga 112 en el motor de cohete 1000. En un ejemplo, el escape de oxígeno derivado que al motor de cohete 1000 se entrega a alta temperatura y alta presión, por ejemplo, 1200°F. Los gases de escape de alta temperatura, incluyendo oxígeno se suministran en la carcasa del cohete 1002 y se mezcla con el combustible 1004. El iniciador 1006 opera a partir de entonces el motor de cohete, iniciando una reacción de combustión entre el combustible 1004 mezclado con oxígeno. La reacción de combustión resultante genera gases de escape del cohete que se dirigen a través de la boquilla de descarga de cohetes 1008. Los gases de escape del cohete dirigidos a través de la boquilla de descarga de cohetes 1008 se aceleran de acuerdo con el contorno de boquilla 1010 y con ello generan un perfil de empuje deseado.

**[0063]** El conjunto del motor del cohete 1000 con el conjunto del generador de gas no combustible 100 proporciona de esta manera un conjunto de cohetes completo incluyendo oxígeno generado por el conjunto del generador de gas 100 y enrutado a la carcasa del cohete 1002 para la combustión con el combustible 1004. El motor del cohete 1000 incluye por lo tanto un sistema totalmente autocontenido que no requieren docs aire ambiente para el funcionamiento. En cambio, el conjunto del generador de gas no combustible 100 cataliza el propelente a base de amina 104 dentro de la matriz de reacción porosa 108 y la catalización genera el oxígeno necesario para el funcionamiento del motor de cohete 1000. Además, la catalización del propelente 104 dentro de la matriz de reacción porosa 108 genera gases de escape a temperaturas relativamente altas, por ejemplo, 1200°F. Los gases de escape cuando se entrega a través de la boquilla de descarga 112 actúan para precalentar el motor del cohete 1000 y de ese modo ayudan en la iniciación del combustible 1004 en combinación con el iniciador 1006. El motor de cohete 1000 es por lo tanto capaz de operar en casi cualquier medio ambiente (por ejemplo, ambiente a nivel del mar, ambientes de atmósfera delgada, por ejemplo, la exosfera y la termosfera, así como entornos de vacío y similares). Dicho de otra manera, el motor de cohete 1000 opera como un sistema cerrado y por lo tanto no necesita aire ambiente o de otras fuentes de combustible para la mezcla con el combustible 1004 para la operación. En cambio, el conjunto del generador de gas 100 proporciona el oxígeno necesario para el combustible 1004 para iniciar una reacción de combustión dentro de la carcasa del cohete 1002 para operar el motor de cohete 1000 y genera gases de escape que se entregan a través de la boquilla de descarga de cohete 1008.

**[0064]** La Figura 11 muestra un ejemplo de un método 1100 para el uso de un generador de gas tal como el generador de gas no combustible 100 se muestra en la Figura 1. Se hace referencia en la descripción del método de 1100 a diversas características y elementos descritos anteriormente en el presente documento. Cuando proceda, los números de referencia se proporcionan en la descripción de los números de referencia del método 1100. No se pretende que sean limitativos. Por el contrario, cualquier referencia a un elemento en particular o característica está diseñada para incluir referencias a todos los componentes similares a los descritos en el presente documento, así como sus equivalentes. En 1102, el método 1100 incluye la entrega de un propelente a base de amina (por ejemplo, nitrato de amonio hidroxilo) a un generador de gas, tal como una cámara de reacción 106 que se muestra en la Figura 1. Como se ha descrito anteriormente más arriba en un ejemplo, el propelente 104 se entrega a la cámara de reacción 106 de una cámara de propelente 102. Por ejemplo, el propelente 104 se presuriza a través de la introducción de un fluido a presión (por ejemplo, el gas) generado por un generador de presión 402, por ejemplo se muestra en la Figura 4.

**[0065]** En 1102, el propelente a base de amina 104 es dirigido a través de una matriz de reacción porosa 108. La reacción porosa de la matriz 108 incluye un agente catalizador tal como el catalizador 104 (por ejemplo, platino) se muestra en la Figura 2. En 1106, el propelente a base de amina 104 es catalizado no combustiblemente en uno o más gases de escape a presión con la matriz de reacción porosa 108 que tiene el catalizador 204 dispuesto en el mismo. En un ejemplo, catalizar no combustiblemente el propelente a base de amina 104 incluye la catalización no combustible del propelente 104 en un sistema cerrado. Por ejemplo, la matriz de reacción porosa 108 y el propelente a base de amina 104 están aisladas del aire ambiente y otras fuentes de combustible. Como se muestra por ejemplo en la Figura 1, el conjunto de cámara de gas 100 es un sistema sustancialmente cerrado en el que el agente propelente 104 se entrega, por ejemplo a través de un inyector 110, a la matriz porosa de reacción 108 para la catalización por el catalizador 204 dispuesto dentro de la matriz de reacción porosa 108. La catalización cerrada dentro de la matriz de reacción porosa 108 genera gases de escape, incluyendo, pero no limitándose a, óxido nitroso, óxido nítrico y oxígeno.

**[0066]** En 1108, los gases de escape generados por la catalización del propelente 104 dentro de la matriz de reacción porosa 108 se aceleran y se descarga a través de una boquilla de descarga tales como la boquilla de descarga 112 se muestra en la Figura 1. En un ejemplo, los gases de escape se aceleran y se descargan desde la

boquilla de descarga 500 (véase la Figura 5) a velocidad supersónica (por ejemplo, 5000 a 7000 pies por segundo).

**[0067]** Varias opciones para el método de seguimiento 1100. En un ejemplo, el método 1100 incluye el precalentamiento de la matriz de reacción porosa 108 con un sustrato de precalentamiento tal como el conjunto precalentador 206 se muestra en la Figura 2. En un ejemplo, el conjunto de precalentamiento 206 precalienta la matriz porosa de reacción 108 incluye el catalizador 204 en el mismo a una temperatura umbral especificada configurada para asegurar la catalización completa del propelente 104 introducida en la cámara de reacción 108 entregada a través de la matriz de reacción porosa. Por ejemplo, el conjunto de precalentamiento 206 precalienta la matriz de reacción porosa 108 a una temperatura de aproximadamente 260 grados Celsius a 1100 grados Celsius. En un ejemplo, precalentamiento de la matriz de reacción porosa 108 incluye la entrega de un impulso de precalentamiento de el propelente a base de amina 104 al sustrato de precalentamiento tales como el precalentador 208 que se muestra en la Figura 2. En un ejemplo, la precalentado 208 incluye una sustancia hiperbólica dispuesta dentro de un sustrato acoplado a través de la matriz de reacción porosa 108. El método 1100 incluye además hacer reaccionar el agente propelente a base de amina 104 con la sustancia hipergólica para producir calor. El calor generado por el precalentador 208 se lleva a cabo a la matriz porosa de reacción 108 junto con el precalentador 208. En todavía otro ejemplo, el método 1100 incluye la medición de la temperatura de la matriz de reacción porosa 108 en contra de la temperatura umbral (por ejemplo, un umbral de aproximadamente 260 a 1100 grados Celsius). El método 1100 incluye además la entrega de una corriente de catalizador del propelente a base de amina 104 a la matriz porosa de reacción 108 si la temperatura medida alcanza o supera el umbral de temperatura. Como se muestra en la Figura 2A, en un ejemplo, el conjunto de precalentamiento 206 incluye un sensor de temperatura 210 junto con la matriz de reacción porosa 108. El sensor de temperatura 210 está acoplado con una válvula de control de propelente 212 que mide el flujo de propelente 104 en la cámara de reacción 106. El pulso de precalentamiento anteriormente descrito que se entrega a través del propelente de válvula de control 212 en la válvula de control de propelente parcialmente cerrada y con ello configurada para entregar una pequeña corriente del propelente 104 a la matriz de reacción porosa 108 y el precalentador 208 acoplado sobre la matriz de reacción porosa. Después de la operación del precalentador 208, el sensor de temperatura 210 monitoriza la temperatura de la matriz de reacción porosa 108 y abre el propelente de válvula de control 212 cuando la temperatura de la matriz de reacción porosa 108 cumple o supera el umbral de temperatura ambiente necesario para una catalización deseada del agente propelente 104 dentro de la matriz de reacción porosa 108.

**[0068]** En otro ejemplo, la aceleración y descarga de uno o más gases de presión, por ejemplo, los gases de escape generados a través de la catalización de el propelente 104 por la matriz porosa de reacción 108 incluye la descarga de los uno o más gases de presión en contra de un impulso de turbina, por ejemplo, un rotor de turbina 508 dentro de una carcasa de la turbina 506 de un conjunto de turbina 504 se muestra en la Figura 5. En un ejemplo, el rotor de turbina 508 incluye una pluralidad de copas tangenciales 512 en la que el rotor de la turbina 508 está configurada como una rueda Pelton (por ejemplo, una turbina de impulso). Como se ha descrito anteriormente, los gases de escape descargados a través de la boquilla de descarga 500 que se muestra en la Figura 5 se entregan de manera tangencial a las copas tangenciales 512 para hacer girar el rotor de la turbina 508 y por lo tanto giran correspondientemente el eje de la turbina 510. La rotación del eje de la turbina 510 está configurada para generar energía mecánica a través de la rotación del eje, así como la energía eléctrica en el que el eje de la turbina 510 está acoplado con un generador eléctrico, tal como el generador 700 que se muestra en la Figura 7. En un ejemplo, el método 1100 incluye fuente de estrangulamiento generado a partir de la turbina (por ejemplo, energía mecánica o energía eléctrica en el caso del generador 700) a través de la entrega de estrangulamiento del propelente a base de amina 104 a la cámara de reacción 106. Por ejemplo, la válvula de control de propelente 212 que se muestra en la Figura 2 se hace funcionar de acuerdo con, por ejemplo, un sistema de control de vuelo, tal como el sistema 808 que se muestra en la figura 8 dentro de un UAV miniaturizado 800, para ajustar una o más de la potencia mecánica o eléctrica generada por el conjunto del generador de gas 100 en combinación con uno o más del conjunto de turbina de impulso 504 y el generador eléctrico 700.

**[0069]** En otro ejemplo, el método 1100 incluye la descarga de uno o más gases presurizados tales como los gases de escape generados por la catalización del propelente 104 por la matriz de reacción porosa 108 a través de un motor de cohete 1000. Haciéndose referencia a la Figura 10, el motor de cohete 1000 incluye un combustible 1004 como un combustible sólido configurado para mezclar con los gases de escape incluyendo, por ejemplo, oxígeno. El motor de cohete 1000 incluye además un iniciador 1006 para iniciar una reacción de combustión entre el oxígeno y el combustible 1004 y generar el empuje mediante la entrega de gas de escape del cohete a través de una boquilla de descarga de cohetes 1080.

### **Conclusión**

**[0070]** De acuerdo con algunas formas de realización, el generador de gas no combustible descrita en el presente documento proporciona un conjunto proporcionado para generar una fuente de gas de escape para uso en una unidad de fuente micro. El generador de gas no combustible incluye una carcasa de cámara de propelente de un propelente denso no inflamable. El agente propelente se introduce en una cámara de reacción que incluye una matriz de reacción porosa que tiene un catalizador en suspensión en la matriz de reacción porosa. El catalizador cataliza el propelente dentro de la matriz de reacción y genera gases de escape para uso de uno o más sistemas mecánicos y electrónicos. Combinando el generador de gas con los sistemas de generación de energía, incluyendo,

pero no limitándose a, los conjuntos de turbinas y generadores eléctricos forma una unidad de fuente micro configurados para generar un peso significativo como un sistema compacto cerrado.

**[0071]** El conjunto del generador de gas introduce y consume el propelente (por ejemplo, un propelente a base de amino, tal como nitrato de amonio hidroxilo) dentro de un sistema cerrado. El conjunto del generador de gas no requiere aire ambiente o combustibles suplementarios mezclados con el propelente para catalizar o reaccionar el propelente y producir los gases de escape. Dicho de otra manera, el conjunto del generador de gas no quema el propelente (por ejemplo, con aire ambiente). En su lugar, el propelente es catalizado y consumido dentro de un sistema cerrado y los gases de escape se producen de manera fiable sustancialmente en cualquier medio ambiente (por ejemplo, vacío, entornos de oxígeno alto y bajo y similares).

**[0072]** Además, el propelente utilizado con el gas de generación de conjunto es un propelente no combustible estable. En un ejemplo, el propelente es un propelente a base de amina, tal como nitrato de amonio hidroxilo. Como se describe en el presente documento, el propelente a base de amina es catalizado dentro de la matriz porosa de reacción que incluye un catalizador para producir gases de escape. El propelente no combustible no es combustible por sí mismo y es correspondientemente estable. En consecuencia, el propelente puede ser almacenado durante meses o años sin degradación significativa del rendimiento. Adicionalmente, debido a que el propelente es no combustible es un riesgo mínimo para transportar y almacenar en relación con otros propelentes combustibles. Más aún, en el caso del agente propelente a base de amina descrito en este documento el propelente es denso (por ejemplo, con un peso específico mayor que alrededor de 1,6) y una pequeña cantidad del propelente genera una cantidad significativa de gas de escape. El conjunto del generador de gas, incluyendo el propelente a base de amina por lo tanto tiene un factor de forma pequeña. El conjunto del generador de gas se incorpora fácilmente como un pequeño componente de peso ligero de dispositivos, incluyendo, pero no limitándose a, vehículos aéreos no tripulados miniaturizados y otros equipos de campo sin dejar de ofrecer un peso significativo a los dispositivos a través de una vida útil operacional especificado.

**[0073]** Por otra parte, el gas de escape generado por el generador de gas no combustible es dirigido a través de una boquilla de descarga para su uso por uno o más componentes. En un ejemplo, el gas de escape se acelera a velocidad supersónica (por ejemplo, 5000 a 7000 pies por segundo) y choca contra uno o más copas tangenciales de una turbina de impulso de imagen. La turbina de impulso depende en gran medida de la velocidad del gas de escape (en oposición a tipo volumétrico utilizado en las turbinas axiales) para girar el flujo y la generar correspondientemente potencia. La boquilla de descarga reduce al mínimo la tasa de flujo volumétrico y de este modo conserva el propelente para un rendimiento prolongado del conjunto del generador de gas y el funcionamiento de la turbina de impulso. Como se describe en el presente documento el conjunto de turbina de impulso se acopla con uno o más de un generador eléctrico para generar energía eléctrica o una unidad de reducción acoplada con un dispositivo de la propulsión (por ejemplo, una hélice) de un UAV miniaturizado. Además, durante el funcionamiento del generador de gas el agente propelente se consume poco a poco y agotado desde el UAV. El peso del UAV disminuye gradualmente durante su funcionamiento y por lo tanto extiende la vida útil operativa.

**[0074]** En la descripción anterior, la materia objeto ha sido descrita con referencia a ejemplos ejemplares específicas. Sin embargo, se apreciará que varias modificaciones y cambios pueden hacerse sin apartarse del alcance de la presente materia tal como se expone en el presente documento. La descripción y las figuras se deberían considerar de una manera ilustrativa, en lugar de una restrictiva y todas estas modificaciones están destinadas a ser incluidas dentro del alcance de la presente materia. De acuerdo con ello, el alcance de la materia objeto debe ser determinado por los ejemplos genéricos descritos en este documento y sus equivalentes legales en lugar de simplemente los ejemplos específicos descritos anteriormente. Por ejemplo, los pasos recitadas en cualquier método o proceso de ejemplo se pueden ejecutar en cualquier orden y no se limitan a la orden explícita que se presenta en los ejemplos específicos. Además, los componentes y/o elementos recitadas en cualquier aparato de ejemplo se pueden ensamblar o operacionalmente configurar de otra manera en una variedad de permutaciones para producir sustancialmente el mismo resultado que la presente materia y en consecuencia no se limitan a la específica configuración recitada en los ejemplos específicos.

**[0075]** Los beneficios, otras ventajas y soluciones a los problemas se han descrito anteriormente con respecto a ejemplos particulares; sin embargo, cualquier beneficio, ventaja, solución de problemas o cualquier elemento que pueda causar cualquier beneficio particular, ventaja o solución que se produzca o para ser más pronunciada no deben ser interpretados como críticos, requeridos o características o componentes esenciales.

**[0076]** Tal como se usa en el presente documento, los términos "comprende", "que comprende", o cualquier variación de los mismos, están destinados a referenciar una inclusión no exclusiva, de tal manera que un proceso, método, artículo, composición o aparato que comprende una lista de elementos no incluye sólo aquellos elementos recitados, sino que también pueden incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a tal proceso, método, artículo, posición o aparato de composición. Otras combinaciones y/o modificaciones de las estructuras anteriormente descritas, los arreglos, aplicaciones, proporciones, elementos, materiales o componentes utilizados en la práctica de la presente materia, además de los no recitados específicamente, se pueden variar o de otro modo especialmente adaptarse a entornos específicos, especificaciones de fabricación, parámetros de diseño u otros requisitos de funcionamiento sin apartarse de los principios generales de la misma.

**[0077]** La presente materia se ha descrito anteriormente con referencia a ejemplos. Sin embargo, los cambios y modificaciones se pueden hacer a los ejemplos sin apartarse del alcance de la presente materia. Estos y otros cambios o modificaciones están destinadas a ser incluidas dentro del alcance de la presente materia, tal como se expresa en las siguientes reivindicaciones.

5

**[0078]** Se ha de entender que la descripción anterior pretende ser ilustrativa, y no restrictiva. Muchos otros ejemplos serán evidentes para los expertos en la técnica tras leer y comprender la descripción anterior. Cabe señalar que los ejemplos discutidos en porciones diferentes de la descripción o referidos en diferentes dibujos se pueden combinar para formar más ejemplos de la presente solicitud. El alcance de la materia sujeta debe, por lo tanto, determinarse con referencia a las reivindicaciones adjuntas.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**Reivindicaciones**

1. Un conjunto del generador de gas (100) que comprende:

5 un generador de presión (402);  
 una cámara de propelente (102) acoplado con el generador de presión, las casas cámara de propelente de una base de amina mono-propelente de fluido (104);  
 una cámara de reacción (106) acoplado con la cámara de propelente (102), la cámara de reacción (106) incluye:

10 una carcasa de cámara de reacción,  
 una matriz de reacción porosa (108) que incluye una pluralidad de pasajes de la matriz lineal (202) dentro de la carcasa de la cámara de reacción, la matriz de reacción incluye un agente catalizador (204) acoplado a lo largo de la pluralidad de pasajes de la matriz lineal (202), y el agente catalizador (204) está configurado para catalizar no combustiblemente el mono-propelente a base amina (104) en uno o más gases a presión a la vez que el mono-propelente a base de amina pasa a través de la pluralidad de pasajes de la matriz lineal (202),  
 un inyector (110) en comunicación con la cámara de propelente (102), el inyector (110) está configurado para suministrar el monopropelente a base de amina (104) a la matriz de reacción porosa (108), y  
 20 un sustrato de precalentamiento (208) acoplado con la matriz porosa de reacción (108), el sustrato de precalentamiento incluyendo una sustancia hipergólica configurada para reaccionar con el monopropelente a base de amina (104) para precalentar la matriz de reacción porosa (108); y una boquilla de descarga (112), junto con la cámara de reacción (106), la boquilla de descarga (112) está configurada para acelerar y descargar uno o más gases presurizados.

- 25 2. El conjunto del generador de gas (100) de la reivindicación 1, en el que el monopropelente a base de amina (104) tiene una gravedad específica mayor que o igual a alrededor de 1,6.

- 30 3. El conjunto del generador de gas (100) de la reivindicación 1, en el que la boquilla de descarga (112) es una boquilla de descarga de cohete, y la boquilla de descarga de cohetes está configurada para acelerar el uno o más gases de presión a velocidad supersónica de alrededor de 5000 a 7000 pies por segundo.

- 35 4. El conjunto del generador de gas (100) de la reivindicación 1, en la que la cámara de propelente (102) y la cámara de reacción (106) son un sistema cerrado, y la matriz de reacción porosa (108) y el monopropelente a base de amina (104) están aislados del aire ambiente mientras que la matriz de reacción porosa (108) cataliza no combustiblemente el monopropelente a base de amina (104).

- 40 5. El conjunto del generador de gas (100) de la reivindicación 1, en la que la matriz de reacción porosa (108) incluye óxido de aluminio y el agente catalizador incluye partículas de platino dentro de la matriz porosa de reacción (108).

6. El conjunto del generador de gas (100) de la reivindicación 1, en la que el monopropelente a base de amina no combustible (104) incluye nitrato de amonio hidroxilo.

- 45 7. El conjunto del generador de gas (100) de la reivindicación 1 que comprende:

un acelerador de propelente (212) acoplado entre la cámara de propelente (102) y la cámara de reacción (106); y  
 un sensor de temperatura (210) acoplado con la matriz porosa de reacción (108), en el que el acelerador de propelente (212) está configurado para medir un flujo del monopropelente a base de amina (104) a la matriz de reacción porosa (108) de acuerdo con las mediciones del sensor de temperatura (210).

8. Un método para utilizar un generador de gas (100) que comprende:

55 la entrega de un monopropelente a base de amina (104) a una cámara de reacción (106);  
 dirigir el mono-propelente a base de amina (104) a través de una pluralidad de pasajes de matriz lineal (202) de una matriz porosa de reacción (108), la matriz porosa de reacción (108) incluye un agente de catalización (204) acoplado a lo largo de la pluralidad de pasajes de la matriz lineal (202) de la matriz de reacción porosa (108);  
 60 precalentamiento de la matriz de reacción porosa (108) con una almohada de sustrato de precalentamiento que incluye una sustancia hipergólica, la almohada de sustrato de precalentamiento (208) acoplada a lo largo de una cara de la matriz de reacción porosa (108), la sustancia hipergólica configurada para reaccionar con el agente monopropelente a base de amina (104) para precalentar la matriz de reacción porosa;  
 65 catalizar no combustiblemente el mono-propelente a base de amina (104) en uno o más gases presurizados dentro de la matriz de reacción porosa (108); y

acelerar y descargar los uno o más gases presurizados a través de una boquilla de descarga (112).

5 **9.** El método de la reivindicación 8, en el que la aceleración y descargar los uno o más gases de presión incluye la aceleración de los uno o más gases presurizados a velocidad supersónica.

**10.** El método de la reivindicación 8, en la que la catalización no combustible del monopropelente a base de amina (104) incluye la catalización no combustible en un sistema cerrado, en el que la matriz porosa de reacción (108) y el mono-propelente a base de amina (104) están aislados del aire ambiente.

10 **11.** El método de la reivindicación 8, en el que el precalentamiento incluye:

la entrega de un impulso de precalentamiento de monopropelente a base de amina (104) al sustrato de precalentamiento (208) que incluye una sustancia hipergólica, y reacción del mono-propelente a base de amina (104) con la sustancia hipergólica para producir calor.

15 **12.** El método de la reivindicación 8 que comprende:

la medición de la temperatura de la matriz de reacción porosa (108) en contra de un umbral de temperatura; y

20 la entrega de una corriente de catalizador de monopropelente a base de amina (104) a la matriz de reacción porosa (108) si la temperatura alcanza o supera el umbral de temperatura.

**13.** El método de la reivindicación 8, en el que la aceleración y descarga uno o más gases presurizados incluye la descarga de uno o más gases presurizados en contra de una turbina de impulso (504).

25 **14.** El método de la reivindicación 13 que comprende estrangulamiento energía generada por la turbina de impulso (504) a través de la entrega de estrangulamiento de monopropelente a base de amina (104) a la cámara de reacción (106).

30 **15.** El método de la reivindicación 8, en el que la aceleración y descarga de uno o más gases presurizados incluye la descarga de uno o más gases de presurizados, incluyendo el oxígeno generado a través de la catalización no combustible a través de un motor de cohete (1000), y el motor de cohete incluye un combustible sólido configurado para la combustión con el oxígeno.

35

40

45

50

55

60

65

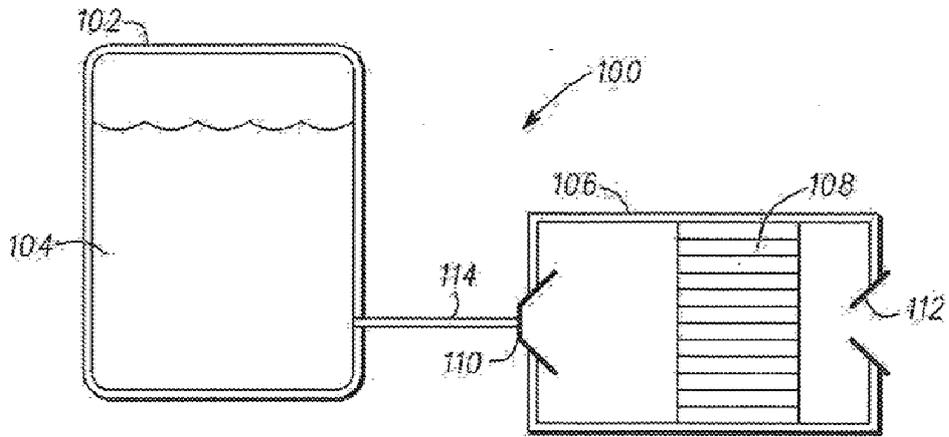


FIG. 1

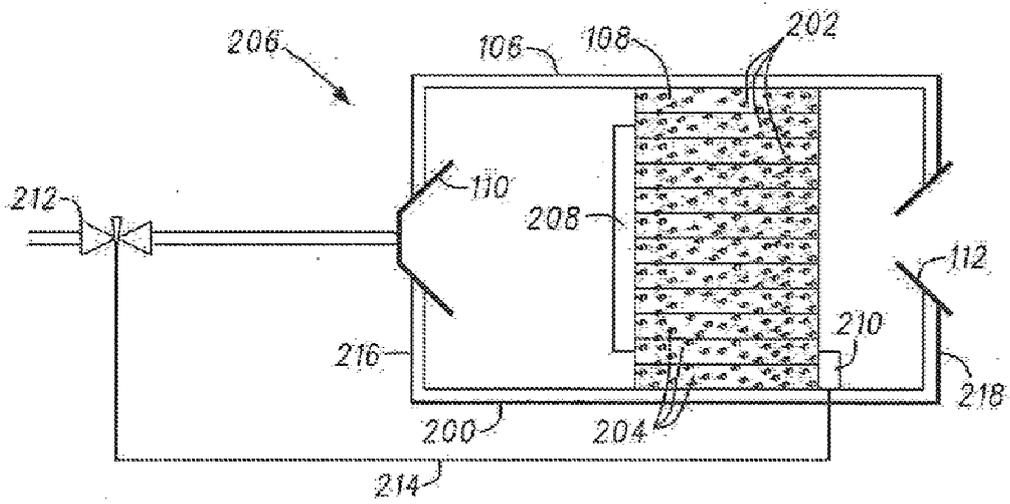


FIG. 2

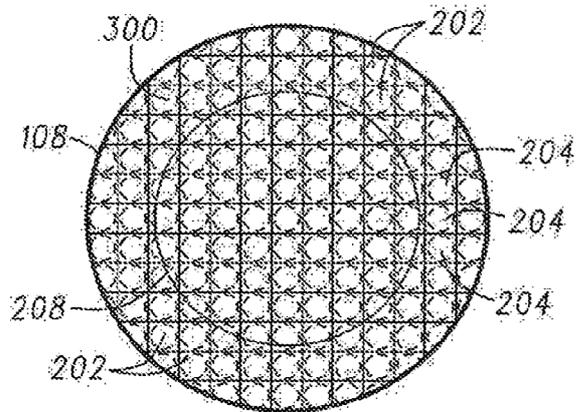


FIG. 3A

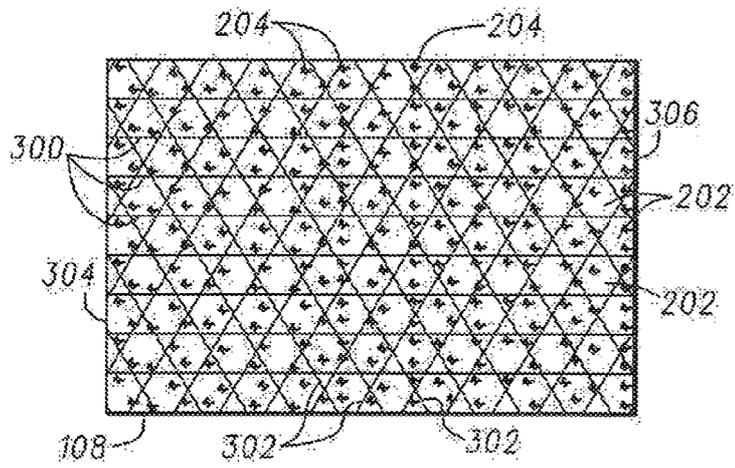


FIG. 3B

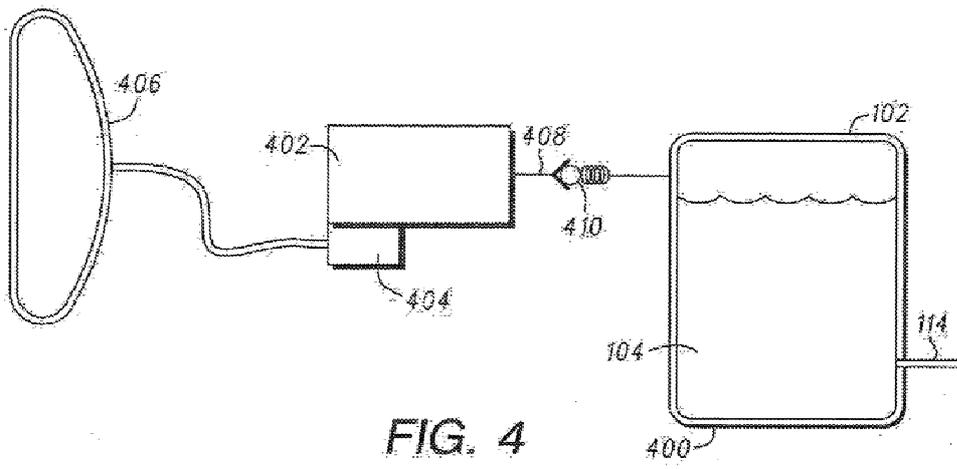


FIG. 4

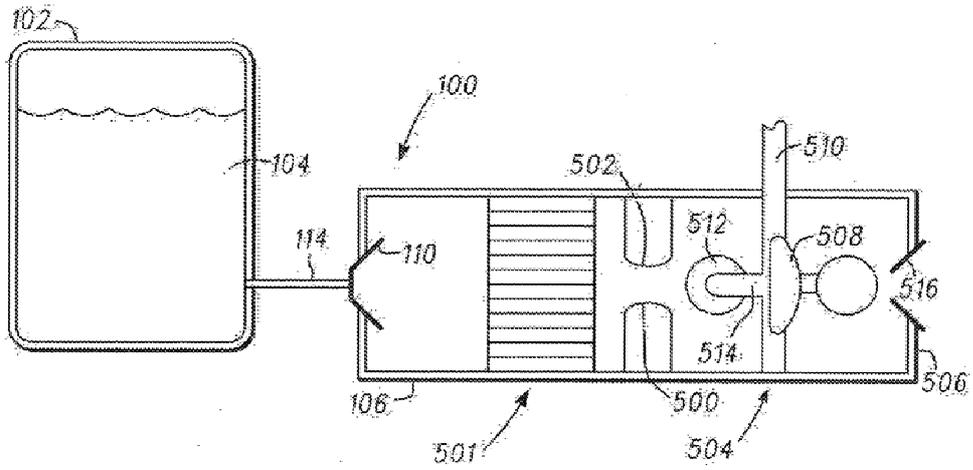


FIG. 5

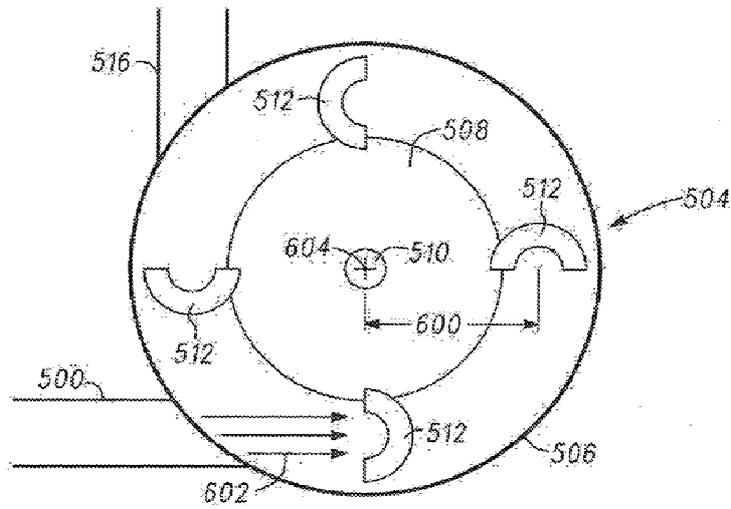


FIG. 6

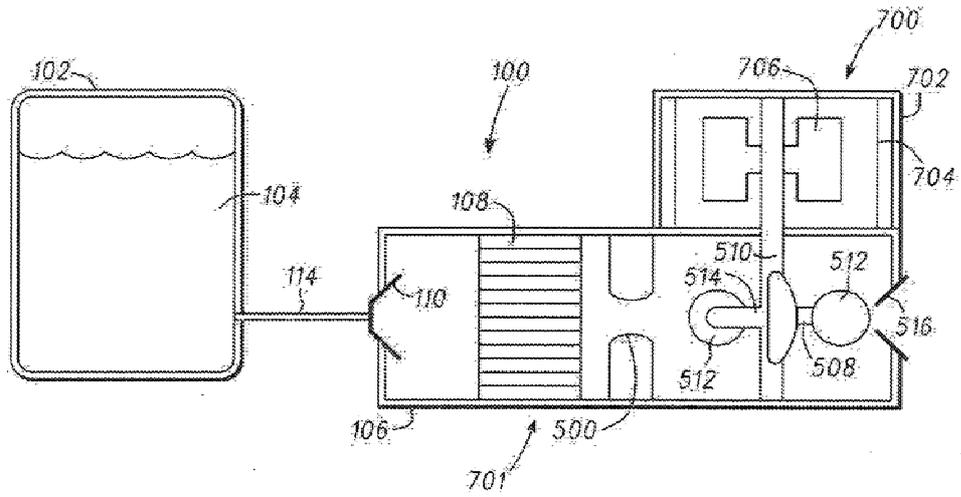


FIG. 7

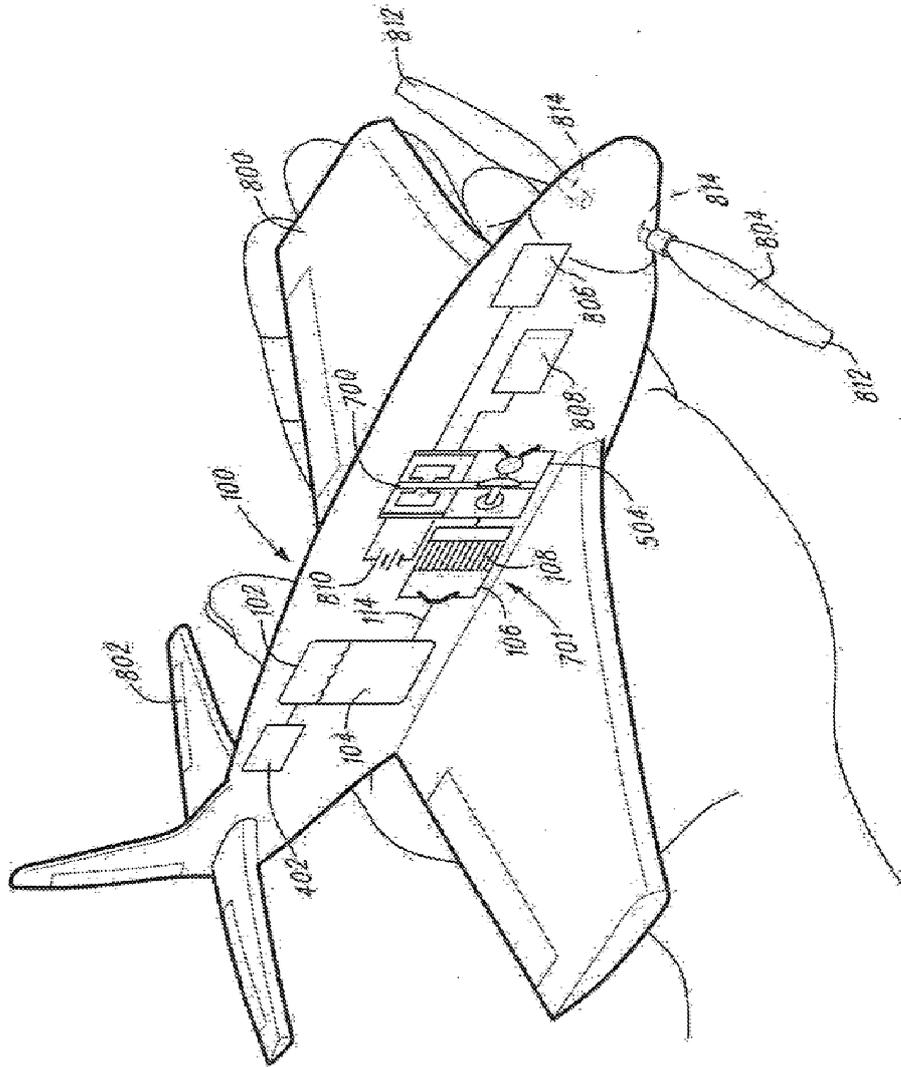


FIG. 8

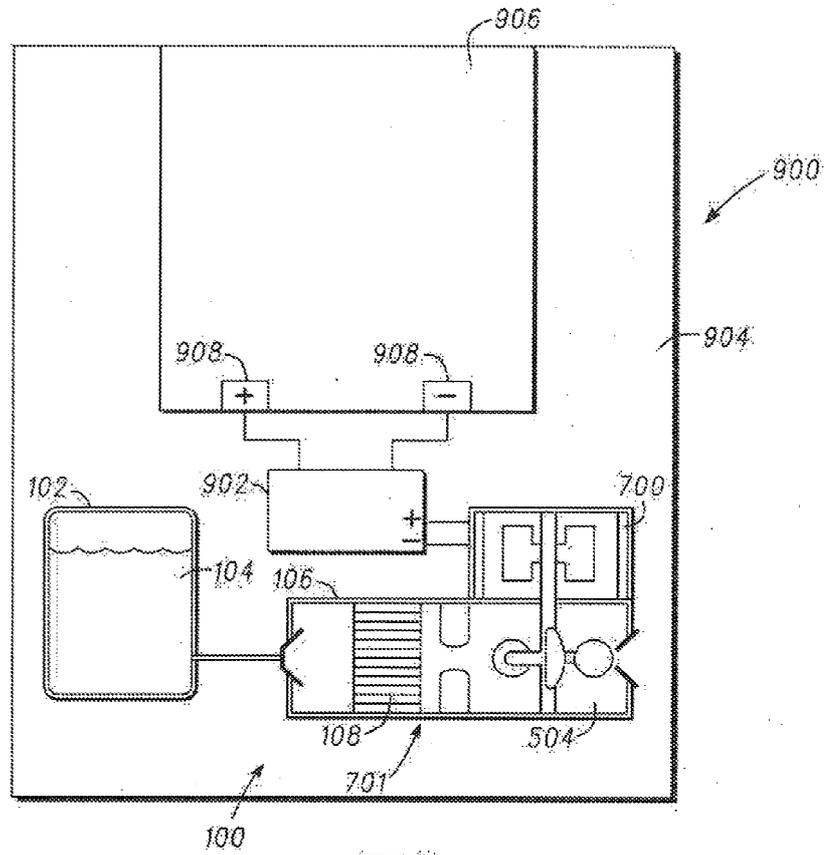
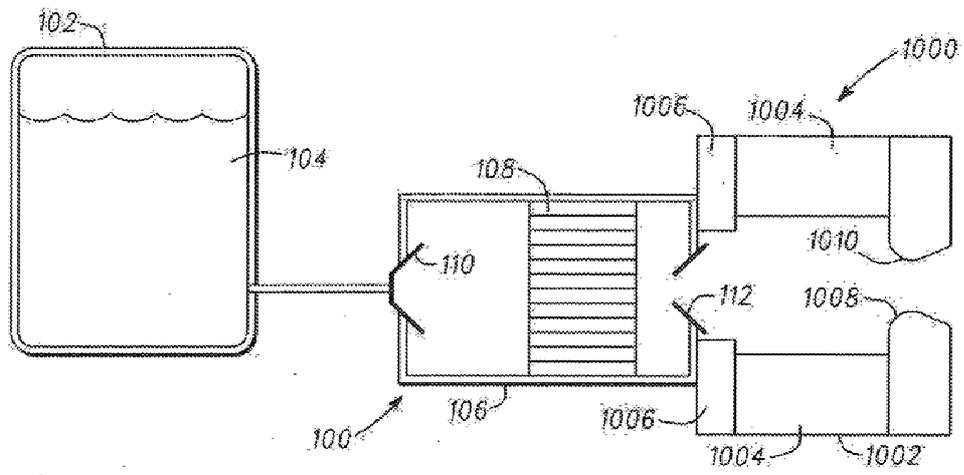


FIG. 9



**FIG. 10**

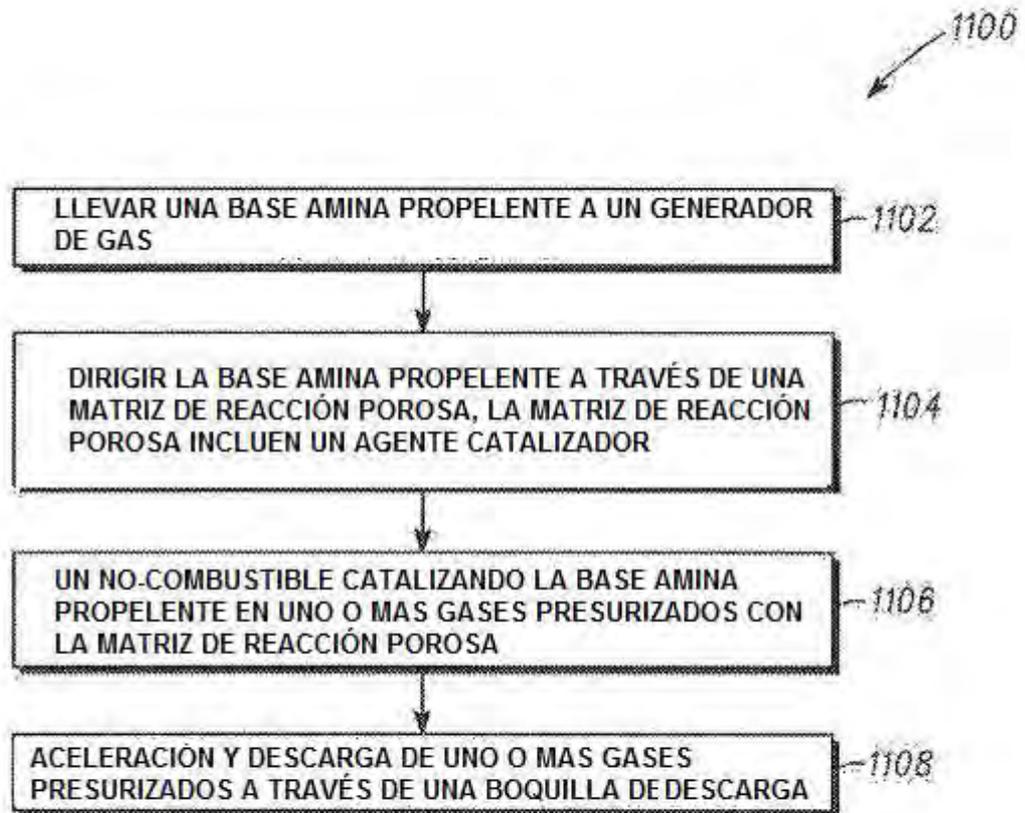


FIG. 11