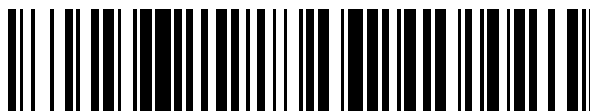


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 423**

51 Int. Cl.:

**F03H 1/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.09.2005 PCT/US2005/031568**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.01.2007 WO07008234**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2005 E 05858401 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 1797319**

54 Título: **Motor de empuje de partículas cargadas**

30 Prioridad:

**03.09.2004 US 607405 P**  
**01.09.2005 US 219047**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.04.2019**

73 Titular/es:

**METCALFE, TRISTRAM WALKER, III (50.0%)**  
**818 West Main Street Windsor Pond**  
**Plainfield, MA 01070, US y**  
**CARDWELL, WALTER TIMMONS, JR. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**METCALFE, TRISTRAM WALKER, III y**  
**CARDWELL, WALTER TIMMONS, JR.**

74 Agente/Representante:

**RUO , Alessandro**

**ES 2 709 423 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Motor de empuje de partículas cargadas

5 **Referencia cruzada a solicitudes relacionadas**

[0001] Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional US n.º de serie 60/607.405, presentada el 3 de septiembre de 2004.

10 **Antecedentes de la invención**

**1. Campo de la invención**

15 [0002] El campo de la invención, motores a reacción de partículas cargadas, han existido en la forma de motores a reacción de iones durante más de cincuenta años y han sido utilizados como dispositivos de propulsión para aplicaciones de muy poco espacio de empuje. Se han realizado intentos para crear un motor a reacción de iones para usar en la atmósfera utilizando iones creados a partir de la propia atmósfera. Hasta la fecha, estos intentos en la atmósfera han sido infructuosos, ya que el empuje muy bajo producido requería una entrada de potencia tan alta que otras formas de propulsión han demostrado ser mucho más eficientes.

20 [0003] La razón de la muy pobre eficiencia y el bajo empuje es que hasta la presente invención que se describe aquí, la mayoría de la energía utilizada para generar empuje se desperdicia en la creación de partículas cargadas y por el método ineficiente usado para transferir energía a partir de las partículas cargadas aceleradas a las moléculas de masa de reacción neutra debido a la interacción de la trayectoria libre media y la carga espacial generada por el campo eléctrico inverso.

**2. Descripciones de la técnica anterior relacionada**

30 [0004] En un motor de iones, el empuje es producido por la ionización de átomos o moléculas neutras y por la aceleración de estos iones, la masa de reacción, por un campo eléctrico. La cantidad de empuje es igual a la masa de reacción multiplicada por la aceleración de esa masa o la masa de reacción multiplicada por el cambio en la velocidad de la masa. Para cambiar la velocidad de la masa de reacción, se debe suministrar energía a esa masa. La energía que debe suministrarse es igual a la mitad de la masa multiplicada por el cambio en la velocidad de la masa al cuadrado. La máxima eficiencia energética se obtiene creando el mayor empuje para la menor cantidad de energía suministrada. La eficiencia energética se puede maximizar acelerando la mayor masa de reacción posible a la velocidad mínima necesaria para lograr el empuje deseado.

40 [0005] En aplicaciones espaciales, especialmente donde la energía se puede obtener a partir de energía solar o fuentes nucleares, la masa de reacción debe minimizarse, ya que debe ser realizada por la propia nave espacial. En esta situación, se desea acelerar la masa más pequeña a la velocidad más alta posible. Se está minimizando el gasto de masa utilizando cantidades relativamente grandes de energía. La eficiencia energética general de los motores iónicos es muy baja cuando se minimiza la masa, pero el empuje por unidad de masa es muy alto. Debido a que la cantidad que se está acelerando es tan pequeña, la mayoría de los motores de iones solo pueden generar unas pocas onzas de empuje como máximo. Aun así, en aplicaciones espaciales donde la masa de reacción es limitada, pueden ser mucho más eficientes que los cohetes convencionales.

50 [0006] Cuando un motor de iones se desplaza a través de un medio líquido o gaseoso, donde la masa de reacción no tiene que ser llevada, entonces se hace posible maximizar la eficiencia energética mediante la aceleración de la cantidad máxima del medio posible. Ha habido intentos de construir reactores de iones que operan en la atmósfera, pero hasta la fecha, estos dispositivos han producido muy pocas cantidades de empuje muy ineficientemente debido a la falta de comprensión acerca de cómo funcionan realmente estos dispositivos.

55 [0007] Con pequeñas variaciones, estos intentos consistieron en dos electrodos, el primero ya sea un cable delgado soportado sobre el segundo electrodo que es una placa plana alineada con el cable de modo que el borde delgado de la placa apunte hacia el cable como en la figura 1A, o como una rejilla se muestra en la figura 1B, o el primer electrodo es un punto afilado coaxial a un segundo electrodo de anillo separado a cierta distancia del primer electrodo, como se muestra en la figura 1C. Luego se aplica una alta tensión entre los dos electrodos y, si el dispositivo es lo suficientemente ligero y la tensión es suficiente, se elevará del suelo.

60 [0008] Aunque el uso de partículas cargadas aceleradas para crear empuje se refiere siempre a Robert Goddard en 1906, a Konstantin Tsiolkovsky en 1911, y a Herman Oberth en 1929, la primera persona que realizó experimentos en la propulsión electrostática en el aire fue Thomas Townsend Brown en los años cincuenta y principios de los sesenta. Sus patentes describen el uso de dos electrodos para ionizar y luego acelerar los iones entre los dos electrodos para producir empuje. Como no estaba claro y no parecía reconocer y expresar en estas patentes el mecanismo mediante el cual se producía el empuje, los investigadores posteriores desarrollaron dos teorías para explicar la fuerza de elevación en estos dispositivos. El primero se basa en el trabajo de Thomas Townsend Brown y

del Dr. Paul Alfred Biefeld, generalmente conocido como el efecto Biefeld-Brown, que se ha asociado con la teoría de que esta fuerza de elevación se debe a una interacción aún desconocida entre un campo eléctrico asimétrico producido por un "condensador asimétrico" y un campo gravitatorio o algún campo o medio hipotético desconocido en el espacio. La segunda explicación es que estos dispositivos crean iones que se aceleran, lo que produce un empuje. Experimentos recientes realizados en vacío han demostrado que la segunda explicación es la correcta y que, contrariamente a las numerosas patentes emitidas con condensadores asimétricos, la fuerza basada en esta interpretación del efecto Biefeld-Brown simplemente no existe.

**[0009]** Parte de la confusión se debe a que el número de iones creados y las aceleraciones que se someten se basan en que la tensión y la corriente entre los dos electrodos son demasiado pequeñas para tener en cuenta el empuje producido. Cuando se considera la masa adicional de moléculas de aire neutro aceleradas por colisiones con los iones acelerados, el empuje observado se tiene en cuenta completamente.

**[0010]** También a fines de la década de 1950 y a principios de la década de 1960, Glen E. Hagen desarrolló una mejora en lo que se conoce como un "elevador" que es similar al dispositivo de T.T. Brown en que también usó dos electrodos para crear los iones y luego acelerarlos. Glen E. Hagen parece ser el primero en darse cuenta de que la eficiencia energética aumenta cuando se acelera más masa a una velocidad más baja. Sus mejoras consistieron en maximizar la cantidad de masa acelerada aumentando el área de los electrodos. Alexander P. De Seversky usó esta misma estructura básica en su "Ionocraft" como lo hizo W.J. Coleman et al.

**[0011]** En la década de 1970, Robert S. Fritzius combinó dos pares de electrodos de polaridad opuesta, de manera que una vez que se aceleraron los iones, se neutralizarían entre sí. A fines de la década de 1990, Kenneth E. Burton tomó el dispositivo básico de Coleman e invirtió la polaridad de los electrodos para que se crearan iones negativos en lugar de iones positivos.

**[0012]** La solicitud de patente francesa publicada con el número FR 2717865A divulga un sistema de propulsión para el vehículo espacial en órbita terrestre baja, definido como que tiene una altitud de entre 160 y 1000 km. El vehículo espacial tiene un electrodo anterior (Eav) y una rejilla conductora posterior (gar) unida a su chasis. El electrodo anterior puede ser una placa conductora o una rejilla y la rejilla posterior comprende puntos calentados adecuados para descargar electrones. Los electrodos anterior y posterior se mantienen en una diferencia de potencial por una batería, de manera que se produce un campo eléctrico (E). Este campo propulsa iones y electrones en direcciones opuestas. El impulso de los iones es mucho mayor que el de los electrones y el impulso neto impulsa el vehículo por reacción.

**[0013]** El documento US 6 145 298 A divulga un método para generar empuje en un motor a reacción de partículas cargadas que opera en un medio gaseoso de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 14.

**[0014]** En todas las aplicaciones conocidas de propulsores de iones en la atmósfera, todos ellos se basan en un electrodo de ionización (5) en todos los dibujos, ya sea un punto agudo, figura 1C (5) o un alambre delgado, figura 1A (5) y figura 1B (5), separadas de un electrodo de aceleración (4) de una placa, rejilla o anillo. La alta tensión (8) aplicada entre los dos electrodos (3,4) ioniza y acelera los iones. Si bien estos dispositivos se elevarán una o dos onzas en el aire, los intentos de aumentar el empuje a cantidades utilizables han fallado hasta ahora debido a la falta de comprensión de cómo maximizar el empuje, al tiempo que se minimiza la energía requerida para generar ese empuje.

### Breve sumario de la invención

**[0015]** Todos los motores a reacción operan utilizando la tercera ley de Newton de movimiento, para cada acción hay una reacción igual, pero opuesta. Esto es simplemente una declaración de la ley de conservación del impulso. El impulso es la masa de un objeto multiplicada por su velocidad. Un motor a reacción funciona al acelerar una masa de reacción, aumentando su impulso, que debe ser igualado por un cambio opuesto en el impulso del motor a reacción. Podemos acelerar la masa de reacción aplicando una fuerza entre el motor a reacción y la masa de reacción. Esta fuerza es el empuje del motor.

**[0016]** La energía de un objeto es una mitad de veces su masa por su velocidad al cuadrado. Cuando cambiamos la velocidad tanto de la masa de reacción como del motor a reacción, debemos suministrar energía a ambos. La potencia que debemos suministrar es la energía por unidad de tiempo y es igual a la mitad del caudal de masa de reacción multiplicado por su velocidad al cuadrado. Definimos la eficiencia del empuje como el empuje dividido por la potencia agregada a la masa de reacción para producir ese empuje. La eficiencia de empuje es igual a dos dividido por el cambio en la velocidad de la masa de reacción.

**[0017]** El empuje de un motor de partículas cargadas es igual a la fuerza sobre cada partícula cargada, que es igual a la carga en que los tiempos de partículas del campo eléctrico instantáneo en cada punto. El cambio en el impulso de la partícula cargada es igual a esa fuerza multiplicada por el tiempo en que se aplica la fuerza a la partícula. La fuerza igual y opuesta en los electrodos es el empuje del motor a reacción.

[0018] A medida que las partículas cargadas se aceleran en el campo electrostático, su velocidad, impulso, y energía aumentan hasta que, o bien salen del campo electrostático si están operando en un vacío, o chocan con una molécula neutra si están operando en algún medio. La eficiencia de empuje de un motor de partículas cargadas es dos dividido por la velocidad final de las partículas cargadas cuando abandona el campo eléctrico.

5 [0019] La visión crítica que conduce a las características clave de esta invención y la distingue de la técnica anterior es el reconocimiento de que, cuando se opera en un medio, la eficiencia del motor de partículas cargadas se determina por la velocidad de las partículas cargadas en el momento de su colisión con las moléculas neutras del medio. Los cohetes de iones en el espacio, que operan en el vacío, aceleran los iones a una velocidad muy alta, lo que resulta en un mayor empuje para una masa de reacción dada, pero con una eficiencia de empuje extremadamente baja. En un medio, las partículas cargadas obtienen velocidades mucho más bajas debido a que son constantemente ralentizadas por las colisiones con el medio. La clave para impulsar la eficiencia en un medio es encontrar formas de disminuir la velocidad de las partículas cargadas en el momento de cada colisión.

15 [0020] En cualquier gas, líquido o sólido, no hay espacio entre los átomos y las moléculas. Este espacio se denomina trayectoria libre media y es una función de la temperatura y de la presión del material. Es la distancia que una partícula viajará antes de chocar con otra partícula del medio. En nuestro caso, cuando una partícula cargada está siendo acelerada por el campo eléctrico, la trayectoria libre media determina qué tan lejos viajará una partícula cargada antes de colisionar con otra partícula. Si la trayectoria libre media es corta, la partícula cargada no adquirirá mucha energía antes de chocar con la molécula neutra del medio. Cuanto mayor sea la trayectoria libre media, mayor será la velocidad de la partícula cargada y, por lo tanto, menor será su eficiencia cuando choca con las moléculas del medio.

25 [0021] En teoría, podríamos obtener cualquier empuje que quisiéramos en cualquier eficacia del empuje que quisiéramos por el simple uso de un mayor número de partículas cargadas aceleradas a una tensión menor. Desafortunadamente, existe el problema de la repulsión mutua natural de las partículas cargadas, que disminuye el campo electrostático en el electrodo de entrada, lo que causa un límite en el número de cargas que puede haber entre los electrodos para una tensión dada. Obtener las cargas suficientes para los resultados de empuje requeridos en una eficiencia de empuje muy baja. Es la combinación de esta "corriente limitada de carga espacial" y la trayectoria libre media relativamente grande que resulta en una eficiencia de empuje muy baja.

30 [0022] Nuestra invención, como se reivindica en las reivindicaciones 1 y 14, trata de las muchas etapas que se pueden tomar para aumentar tanto el empuje como la eficiencia de empuje de los motores de partículas cargadas que operan en un medio. Además, analizamos los medios eficientes para generar partículas cargadas, para su uso en estos motores, las diversas aplicaciones de estos motores y los métodos para controlar estos motores y las aplicaciones que los utilizan.

**Breve descripción de los dibujos**

40 [0023] Los dibujos contenidos en este documento ilustran para los expertos en la técnica, las realizaciones preferidas de la invención. Estos dibujos son simplemente una guía para ayudar a entender la presente invención.

- La figura 1 consiste en tres dibujos simplificados de las estructuras utilizadas en la técnica anterior.
- La figura 2 consiste en dibujos de dos vistas de la invención simplificada junto con una fuente alternativa de partículas cargadas basada en la ionización de la atmósfera.
- La figura 3 muestra estructuras alternativas de la invención que pueden utilizarse para optimizar algún aspecto de la invención.
- La figura 4 muestra varias configuraciones de electrodos que pueden usarse para crear componentes radiales y angulares del campo eléctrico de aceleración aplicado.
- La figura 5 muestra varias particiones, secciones, conductos y áreas de sección transversal variable dentro de la región de aceleración para controlar el flujo molecular neutro.
- La figura 6 muestra el uso de múltiples segmentos para aumentar el empuje y la eficiencia.
- La figura 7 muestra métodos para aumentar la corriente de difusión.
- La figura 8 muestra métodos para recuperar energía termodinámica de la masa de reacción.
- La figura 9 muestra varios métodos para cambiar la estructura de la invención dinámicamente mientras está en operación para optimizar las características de la invención a medida que surja la necesidad.
- La figura 10 muestra varios métodos que se pueden usar para variar la dirección de empuje, empuje vectorial, a través de medios eléctricos y mecánicos.
- La figura 11 muestra varias vistas de dos métodos de recirculación de partículas cargadas para minimizar la energía necesaria para la creación de partículas cargadas.
- La figura 12 muestra vistas en sección de varias formas de electrodos.
- La figura 13 muestra varias formas de electrodos que se pueden usar solos o juntos para modificar el campo eléctrico entre los electrodos para optimizar la eficiencia de empuje.
- La figura 14 muestra varias configuraciones de electrodos que se pueden combinar con algunos tipos de generación de partículas cargadas para aumentar la producción de partículas cargadas.
- La figura 15 muestra varios métodos eficientes para generar iones usando radiación electromagnética.

La figura 16 muestra varios métodos eficientes de generar partículas cargadas utilizando colisiones de partículas.  
La figura 17 muestra iones utilizados para reducir la fricción dinámica.

La figura 18 muestra un motor a reacción de partículas cargado integrado con generador de iones, fuente de alimentación y fuente de energía.

5 La figura 19 muestra varias aplicaciones de la invención en diversos usos terrestres.

La figura 20 muestra varias aplicaciones de la invención en diversos usos basados en agua.

La figura 21 muestra varias aplicaciones de la invención en diversos usos basados en la atmósfera.

10 **Descripción de las realizaciones preferidas de la invención**

[0024] Para todos los motores a reacción que dependen de la segunda ley de Newton de movimiento, las siguientes ecuaciones son universales.

15 
$$F = ma \quad (1a),$$

$$F = m \frac{dv}{dt} \quad (1b),$$

$$Fdt = mdv \quad (1c),$$

20 donde:

$F$  = la fuerza sobre la masa,

$m$  = la masa siendo acelerada,

$a$  = la aceleración de la masa  $m$

$dv$  = el cambio instantáneo en la velocidad de la masa de reacción,

25  $dt$  = el diferencial de tiempo.

[0025] El cambio en el impulso es  $mdv$ . La energía que se debe agregar a la masa de reacción,  $d\mathcal{E}$ , es igual a:

30 
$$d\mathcal{E} = \frac{1}{2}mdv^2 \quad (1d)$$

[0026] La potencia es simplemente la energía por unidad de tiempo,

$$P = \frac{d\mathcal{E}}{t} \quad (1e)$$

35 y es igual a:

$$P = \frac{1}{2}mdv^2 \quad (1f)$$

40 donde,

$m$  = el caudal másico.

[0027] Podemos definir una eficiencia de empuje,  $\eta_t$  igual al empuje dividido por la potencia,

45 
$$\eta_t = \frac{F}{P}. \quad (1g)$$

y es igual a,

50 
$$\eta_t = \frac{2}{\Delta v}. \quad (1h)$$

[0028] Como podemos ver, la eficiencia es inversamente proporcional al cambio en la velocidad de la masa de reacción.

55 [0029] La visión crítica que conduce a las características clave de esta invención y que la distingue de la técnica anterior es el reconocimiento de que el empuje electrostático se determina totalmente por las partículas cargadas mientras se encuentran en el campo eléctrico y que la eficiencia de empuje se determina totalmente por su velocidad en el momento de su colisión con la masa de reacción neutra. La fuerza sobre cada partícula cargada es igual a los

tiempos de carga del campo eléctrico instantáneo en cada punto. El cambio en el impulso de la partícula cargada sigue siendo igual a la fuerza por el tiempo que se aplica la fuerza a la partícula, ecuación (1c). Hay una fuerza igual y opuesta en los electrodos que produce el empuje. El empuje produce un cambio en el impulso del motor igual a, pero opuesto en dirección, al impulso de las partículas cargadas. La velocidad de la partícula cargada en el momento de la colisión con la masa de reacción neutra sigue siendo la energía de la partícula cargada dada por la ecuación (1d). La energía dada a una partícula entre colisiones es igual a los tiempos de carga del potencial eléctrico de la partícula justo después de la colisión anterior y el potencial eléctrico justo en el punto de la siguiente colisión.

**[0030]** Esto conduce al hecho de que si tuviéramos un 100 % de transferencia de la energía y el impulso de las partículas cargadas a las moléculas de masa de reacción neutras, la eficiencia se fija por la ecuación (1h) en el tiempo de la colisión de la partícula cargada y la masa de reacción neutra y está 2 dividida por el cambio en la velocidad de la partícula cargada en el punto de la colisión que determina la eficiencia, no la velocidad de la masa de reacción. Debido a que no hay interacción entre las moléculas neutras y el campo eléctrico, en una primera aproximación, lo que suceda con la energía y el impulso transferido a las moléculas neutras después de la colisión no afecta al impulso o a la energía producida por el campo eléctrico.

**[0031]** En cualquier gas, líquido o sólido, no hay espacio entre los átomos y las moléculas. Este espacio se denomina trayectoria libre media y es una función de la temperatura y de la presión del material. Es la distancia que una partícula viajará antes de chocar con otra partícula del medio. En nuestro caso, cuando una partícula cargada está siendo acelerada por el campo eléctrico, la trayectoria libre media determina qué tan lejos viajará una partícula cargada antes de colisionar con otra partícula. Si la trayectoria libre media es corta, la partícula cargada no adquirirá mucha energía antes de colisionar con la molécula de masa de reacción neutra. Cuanto mayor sea la trayectoria libre media, mayor será la velocidad de la partícula cargada y, por lo tanto, menor será su eficacia cuando colisiona con la molécula de masa de reacción neutra.

**[0032]** Se sabe que la mejor eficiencia que podemos obtener de un cohete reacción viene dada por la ecuación (1h). Si pudiéramos hacer que cada partícula neutra sea golpeada una sola vez por una partícula cargada y si la velocidad de esta partícula cargada fuera siempre igual a la velocidad requerida de la masa de reacción necesaria para producir el empuje requerido, nuestras partículas cargadas utilizarían la misma energía que la masa de reacción neutra requiere y tendríamos un 100 % de energía de partículas cargadas a la transferencia de energía de la masa de reacción.

**[0033]** En teoría, se podría obtener esta transferencia de energía óptima mediante el control de la tensión de aceleración aplicada, de modo que en el momento de cada colisión la velocidad de las partículas cargadas es igual a la velocidad requerida de la masa de reacción neutra. Entonces, solo necesitaríamos ver que se usaron suficientes partículas cargadas para que cada molécula neutra colisione con una partícula cargada y, por lo tanto, se acelere a la velocidad final.

**[0034]** El problema es el campo eléctrico inverso generado por las partículas cargadas que viajan entre los electrodos. Cuando el número de cargas es lo suficientemente grande, este campo eléctrico inverso puede cancelar completamente el campo eléctrico aplicado en el electrodo de entrada. Para compensar este bajo campo eléctrico, la tensión aplicada debe aumentarse hasta el punto de que, cuando pueda obtener suficiente empuje, la velocidad de los iones se haya vuelto tan grande en el electrodo de salida debido a la trayectoria libre media relativamente grande, que la eficiencia de transferencia global sea solo una fracción de un porcentaje.

**[0035]** El empuje y la eficiencia electrostática se determinan por la trayectoria libre media. En el electrodo de entrada, la trayectoria libre media es la misma en todas las direcciones. A medida que aumenta la velocidad de la masa de aire neutro, aumenta la trayectoria libre media en la dirección de la aceleración de partículas. Podríamos calcular el empuje total y la eficiencia utilizando una trayectoria libre media que varía con la dirección, pero es más fácil observar el empuje electrostático producido como si tuviera dos componentes separados. El componente de empuje debido a la trayectoria libre media igual a la que llamamos empuje de movilidad, ya que el empuje se determina por la movilidad de las partículas cargadas en el medio de empuje a reacción. El componente del empuje debido al aumento en la trayectoria libre media a medida que se acelera la masa de reacción, lo llamamos el empuje de masa efectivo. La eficiencia de transferencia de energía de masa efectiva puede acercarse al 100 % incluso con el campo eléctrico inverso inducido por carga espacial. La eficiencia de empuje de la movilidad cuando se incluye el campo eléctrico inverso es generalmente inferior al 1 %. Es el componente de empuje de la movilidad el que se ve más gravemente afectado por el campo eléctrico inverso porque la trayectoria libre media bastante grande permite que las partículas cargadas alcancen altas velocidades cuando se aumenta la tensión de aceleración aplicada para compensar el campo eléctrico inverso.

**[0036]** Cuando la velocidad de la partícula cargada supera la velocidad promedio requerida por la masa de reacción para un empuje dado, la partícula cargada transfiere una cantidad en exceso de energía y el impulso en cada colisión y mientras el impulso es entonces compartido por las colisiones entre las propias moléculas neutras, el exceso de energía después de muchas colisiones simplemente eleva la temperatura de la masa de reacción. Esta energía "termodinámica" perdida puede recuperarse parcialmente o convertirse parcialmente en empuje

termodinámico o ambos.

**[0037]** A partir de este conocimiento de los componentes de empuje y de la eficiencia de reactores de iones que operan en un medio gaseoso o líquido, queda claro por qué los intentos previos han fracasado. Debido a que todos los intentos anteriores han utilizado descargas de corona entre los dos electrodos de aceleración, donde un electrodo es el electrodo de descarga de corona que produce iones y el otro electrodo es el electrodo de salida donde los iones se neutralizan, la tensión aplicada a estos electrodos es cercana a la tensión máxima que se puede aplicar antes de que se produzca la descomposición del aire, lo que da como resultado la mayor velocidad de partículas cargadas y, por lo tanto, la menor eficiencia posible, menos del 1 %.

**[0038]** Los siguientes métodos para aumentar el empuje y/o la eficiencia pueden implementarse de forma independiente entre sí.

**[0039]** Es evidente que la primera etapa en la generación de empuje electrostático eficiente es disociar la generación de iones de aceleración de iones. Esto nos permite controlar la tensión de aceleración y, por lo tanto, la eficiencia independientemente de la tensión necesaria para la generación de iones.

**[0040]** Debido a que el empuje generado por la movilidad es el más ineficiente, cualquier cosa que incremente esa eficiencia ayuda. Las ecuaciones que describen el empuje y la eficiencia del componente de movilidad del empuje electrostático son:

$$F = \frac{9}{8} \epsilon_0 A \frac{v^2}{L^2} \quad (2a)$$

y

$$\eta_t = \frac{L}{\mu V}. \quad (2b)$$

donde,

F = el empuje en Newtons,  
 V = el potencial de aceleración en voltios,  
 L = la separación del electrodo en metros,  
 $\mu$  = la movilidad de partículas cargadas en metros<sup>2</sup>/voltios segundos,  
 $\epsilon_0$  = la permitividad del espacio libre en Faradios/metro,

y,

$\eta_t$  = la eficiencia de empuje en Newtons/vatio.

**[0041]** Para los electrodos de placas paralelas, la cantidad V/L es la intensidad del campo eléctrico aplicado y a partir de la ecuación (2b), la reducción de este término linealmente aumenta la eficacia, pero reduce el empuje como el cuadrado de la reducción del campo eléctrico. Pero podemos aumentar la eficiencia disminuyendo la movilidad. La movilidad es inversamente proporcional a la presión del medio, por lo que podemos aumentar la eficiencia al convertir la velocidad adquirida de la masa de reacción a medida que pasa a través del motor a un aumento de presión al encerrar los electrodos en un tubo no conductor y disminuir lentamente el área en sección transversal del tubo desde la entrada hasta el escape para aumentar la presión en consecuencia.

**[0042]** La mayor mejora en la eficiencia proviene de la reducción de la carga espacial inversa inducida por campo eléctrico. Si no hubiera un campo eléctrico inverso, la ecuación (2a) variaría linealmente con la movilidad y el campo eléctrico aplicado. Aunque en teoría el campo eléctrico inverso es una función de las propiedades físicas de las cargas y el espacio vacío, el campo eléctrico inverso en una dirección puede modificarse cambiando el cambio en el campo eléctrico en otra dirección. La ecuación de Poisson en coordenadas cilíndricas está dada por,

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \left( \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} \right) + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = -\frac{P}{\epsilon_0}. \quad (3)$$

**[0043]** Esto dice que la suma de los cambios en los componentes radial, angular y axial de la carga espacial generada por electricidad es igual a la densidad de carga espacial dividida por la permitividad del espacio libre. En realidad, en un medio distinto del aire, que tiene una permitividad relativa de 1, es la permitividad relativa del medio por la permitividad del espacio libre.

**[0044]** Hay muchos métodos para alterar el cambio en la intensidad de campo eléctrico en las direcciones radial y angular para bajar el cambio en el campo eléctrico en la dirección axial, la dirección que genera el campo eléctrico inverso que se opone al aplicar la aceleración de campo eléctrico. El primer método utilizado para alterar las intensidades de campo eléctrico radial y/o angular es cambiar la forma de los electrodos para crear campos eléctricos tridimensionales complejos donde se realizan los cambios radiales y angulares en el campo eléctrico a expensas del campo eléctrico axial. El segundo método consiste en utilizar una densidad de partículas con carga radial y/o angular no uniforme para que el cambio radial y/o angular autoinducido en el campo eléctrico reduzca el cambio en la intensidad del campo eléctrico axial. Un tercer método es utilizar electrodos adicionales entre los electrodos de aceleración para crear un componente radial y/o angular del campo eléctrico. Estos electrodos se pueden aislar si es necesario para evitar la neutralización de las partículas cargadas. Un cuarto método consiste en emplear regiones aisladas portadoras de corriente incrustadas en la región entre los electrodos de aceleración que transportan partículas con carga opuesta, cuya carga espacial genera un campo eléctrico completo o cancela parcialmente el campo eléctrico inverso del empuje que produce partículas cargadas. Estas regiones con carga opuesta podrían ser partículas cargadas que producen empuje solo de signo opuesto o podrían ser partículas cargadas que no empujan, como los electrones, que eventualmente neutralizan el empuje que produce partículas cargadas. Un cuarto método es hacer que estas regiones con carga opuesta sean coaxiales.

**[0045]** Otro método para aumentar el empuje y/o la eficiencia es segmentar el motor. Aquí se utilizan múltiples electrodos para crear el equivalente de varios motores en tándem con partículas cargadas alimentadas principalmente al primer electrodo y donde el potencial de cada electrodo posterior aumenta de manera que las partículas cargadas se mueven a través de todas las etapas. Estos electrodos intermedios podrían estar aislados o podrían inyectarse partículas cargadas adicionales para reemplazar las partículas neutralizadas que pasan a través de los electrodos intermedios. El electrodo intermedio también podría considerarse como superficies de potencial fijo que contrarrestan el campo eléctrico inverso generado por la carga espacial. En cualquier caso, el empuje se incrementa por el número de etapas utilizadas, mientras que la eficiencia se puede aumentar al reducir la tensión aplicada entre cada segmento.

**[0046]** Otro método para aumentar el empuje y la eficiencia es aumentar la corriente de partículas cargadas mientras se reduce la tensión aplicada. La única forma de hacer esto sin cambiar la movilidad o la densidad del medio es aumentar el número de partículas cargadas que forman la corriente de partículas cargadas. Desafortunadamente, aumentar el número de cargas entre los electrodos de aceleración aumenta la carga espacial inverso hasta el punto en el que impiden que las partículas cargadas adicionales entren en la región de entrada. Si alguna partícula cargada adicional ingresa a la región, el campo eléctrico inverso llega a ser mayor que el campo eléctrico aplicado y las partículas cargadas se alejan de la entrada. Sin embargo, podemos usar una corriente de difusión para crear un flujo de corriente de partículas cargadas contra este campo eléctrico inverso.

**[0047]** La corriente que fluye debido a un campo eléctrico se denomina la corriente de deriva. Una corriente de difusión es causada por cualquier gradiente de concentración. La corriente de difusión es independiente de la corriente de deriva y en realidad puede fluir en la dirección opuesta a la corriente de deriva. Si aumentamos el gradiente de concentración de partículas cargadas en el electrodo de entrada, podemos crear una corriente de difusión que fluirá contra el campo eléctrico inverso generado por la carga espacial. La corriente de difusión es igual a un coeficiente de difusión multiplicado por el gradiente de concentración. Las partículas cargadas en esta región de alto gradiente de concentración también generan un campo eléctrico y la magnitud de este campo eléctrico debe mantenerse por debajo del campo eléctrico de ruptura del medio. Aunque el coeficiente de difusión es generalmente y el orden de magnitud menor que la movilidad con la que está relacionado, el gradiente de concentración puede ser bastante alto, de modo que la corriente de difusión puede ser más que un orden de magnitud mayor que la corriente de deriva limitada de la carga espacial.

**[0048]** También es posible utilizar este gradiente de concentración con el motor segmentado y en el que el gradiente de concentración elevado se propaga entre las etapas. La corriente de difusión se opondrá a la corriente de deriva inversa y, finalmente, la corriente de difusión alcanzará una tensión de aceleración neta positiva entre los electrodos. En este punto, las corrientes de deriva y de difusión serán en la misma dirección. Cuando se alcanza el final de un segmento, nuevamente habrá un campo eléctrico neto que se opone al flujo de corriente de partículas cargadas. Las partículas cargadas de la primera etapa se concentrarán en la entrada de la segunda etapa hasta que la corriente de difusión asociada con este gradiente de concentración contrarreste la corriente de deriva inversa de la siguiente etapa. El resultado de esto es la propagación del gradiente de concentración a través de las etapas del motor.

**[0049]** Para generar el gradiente de concentración en la entrada del motor, se puede utilizar una barrera física o eléctrica para crear el gradiente de concentración de partículas cargadas. Si bombeamos partículas cargadas en la región de entrada y si evitamos que escapen por la parte delantera del motor, se acumularán en concentración hasta que fluyan hacia el motor. Se puede usar una barrera física aislada o se puede usar un electrodo de tapa que crea un campo eléctrico que evita que las partículas cargadas se escapen.

**[0050]** Hemos declarado anteriormente que el exceso de energía de las partículas cargadas se transfiere a la masa de aire neutra en forma de calor. Si la generación de empuje de movilidad solo es eficiente en un 1 %, entonces el 99 % de la energía se está utilizando para calentar la masa de reacción. Parte de esta energía se puede recuperar o



convertir en empuje o ambos.

5 **[0051]** El aumento de la temperatura a medida que la masa de reacción se está acelerando a través de los resultados del motor en el movimiento térmico de la masa neutral es mayor en el escape que en la entrada. Debido a que la velocidad térmica es en todas las direcciones, la mitad de las moléculas neutras tendrán un componente de esta velocidad térmica que va de atrás hacia adelante. Debido a que la velocidad térmica en el electrodo de salida es mayor que la velocidad térmica en la entrada habrá un flujo neto de partículas cargadas debido a las diferentes velocidades térmicas desde la salida hasta la entrada. Cuando estas moléculas neutras chocan con una partícula cargada, el impulso asociado con este componente de la velocidad se transfiere de nuevo a la partícula cargada, lo que hace que la partícula cargada no extraiga tanta energía del campo eléctrico o devuelva la energía al campo.

15 **[0052]** Debido a que el aumento de la energía térmica de la masa de reacción eleva su temperatura y presión, la energía termodinámica se puede convertir en empuje exactamente en la misma forma que se convierte en un motor a reacción química convencional. Si la masa de reacción solo puede salir a través del escape, la diferencia de presión entre la parte delantera del motor y la parte trasera del motor producirá empuje. Para convertir esta presión termodinámica en empuje, se debe encerrar el motor, lo que evita que la masa de aire neutra se escape, excepto a través de la abertura de escape.

20 **[0053]** La mayoría de los métodos especificados anteriormente tendrá algún efecto sobre la distribución de partículas cargadas y la densidad. Es crítico que, si la eficiencia efectiva del componente de masa no aumenta a medida que cambia la densidad y la distribución de la partícula de carga, la densidad y la distribución de la masa de reacción neutra se modifica para rastrear la densidad y la distribución de la partícula cargada lo más cerca posible. Esto se puede lograr mediante colisiones con partículas cargadas y/o particiones, conductos y áreas de sección transversal variable dentro de la región de aceleración.

25 **[0054]** La estructura básica de nuestro dispositivo de motor a reacción partícula cargada utiliza una pluralidad de electrodos conectados a una fuente de alimentación eléctrica, al menos uno de dichos electrodos cuando se sumerge en un medio de partícula gaseoso permite que el medio pase a través o alrededor del mismo. El tamaño, la forma y la posición de los electrodos y otras estructuras en el medio crean diferentes regiones del medio utilizado por el dispositivo. La introducción de partículas cargadas de baja energía en cualquier punto de dicho medio o la separación de partículas cargadas que ya se encuentran en el medio aseguran que la mayoría de las partículas cargadas, si las hay en una región, son de una polaridad. Estas partículas cargadas se aceleran mediante uno o más campos eléctricos producidos por las diferencias de potencial entre los electrodos. Las partículas cargadas aceleradas viajan una distancia suficiente en el medio para que el número de colisiones de dichas partículas cargadas aceleradas con átomos y/o moléculas del medio resulten en la transferencia de energía e impulso de las partículas cargadas a los átomos o moléculas neutras. La masa total de los átomos neutros y/o las moléculas que colisionan con las partículas cargadas excede la masa total de las partículas cargadas, de modo que la energía y el impulso de los átomos neutros y/o las moléculas que han colisionado con las partículas cargadas aceleradas exceden la masa, la energía y el impulso de las partículas cargadas aceleradas después de abandonar la región del dispositivo donde se aceleraron las partículas cargadas y donde las partículas cargadas que se usan para transferir energía e impulso a los átomos y/o a las moléculas neutras para producir empuje no son creadas por ionización de alta tensión debido a los campos eléctricos de cualquiera de los electrodos de aceleración.

45 **[0055]** Uno o más de los electrodos rodea una región determinada en el medio y es de cualquier tamaño y forma y se sumerge total o parcialmente en el medio. Uno o más de los electrodos están hechos de un material no aislante o están cubiertos total o parcialmente por un material aislante, que permite que el medio y cualquier partícula cargada en el medio pase a través o alrededor del mismo. Cuando uno o más de los electrodos permiten que las partículas cargadas pasen a través o alrededor del electrodo, algunas o todas las partículas cargadas permanecen cargadas.

50 **[0056]** El área encerrada por uno o más electrodos puede ser fija o variable. Uno o más de los electrodos neutralizan algunas o todas las partículas cargadas que pasan a través o alrededor del electrodo. Los electrodos se pueden mantener juntos y apoyados por una serie de estructuras aisladas de al menos un electrodo, en donde dicha estructura es lo suficientemente resistente como para resistir las fuerzas mecánicas y electrostáticas colocadas sobre el mismo y sobre cualquier material o estructura adherida al mismo.

55 **[0057]** Las estructuras pueden ser rígidas y/o ajustables, de tal manera que la separación y la orientación de los electrodos entre sí se puede ajustar. El método utilizado para ajustar las estructuras puede ser mecánico, eléctrico o hidráulico. Con la invención es posible transferir el empuje, el impulso, la energía y el movimiento de la estructura a otra estructura de suficiente resistencia para resistir las fuerzas mecánicas y electrostáticas colocadas sobre la misma y sobre cualquier material o estructura adherida a la misma o para incorporar o fusionar las estructuras del motor a reacción de partículas cargadas en otra estructura de suficiente resistencia.

60 **[0058]** La invención puede construirse de modo que una o más estructuras a través de la cual el medio no puede fluir se utilizan para controlar y dirigir el flujo del medio. Las estructuras pueden encerrar parcialmente una o más regiones del medio, lo que obliga al medio a fluir dentro y fuera de estas regiones a través de aberturas en la estructura.

**[0059]** En el dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas, la carga espacial axial campo eléctrico generado se puede reducir usando un campo eléctrico no uniforme perpendicular a la carga espacial axial del campo eléctrico generado, que puede ser un campo radial eléctrico, una carga espacial angular generado campo eléctrico o una densidad de carga no uniforme. Un método utilizado para reducir la carga espacial axial generada por el campo eléctrico puede consistir en uno o más electrodos, conductores y canales adicionales, cualquiera de los cuales puede estar aislado o no y que pueden ser electrodos axiales, radiales y/o angulares, conductores y/o canales.

**[0060]** Un segundo método utilizado para reducir el campo eléctrico generado por la carga espacial axial consiste en una o más regiones productoras de empuje axial adyacentes o coaxiales en las que las partículas cargadas son de una polaridad donde la carga espacial genera campos eléctricos de todas las regiones se pueden hacerse para cancelar parcial o totalmente los campos eléctricos generados por la carga espacial de cada una de las regiones.

**[0061]** El flujo de corriente limitado de la carga espacial se puede aumentar por el uso de una corriente de difusión en el que cuanto mayor sea el gradiente de concentración de las partículas cargadas, mayor será la corriente de difusión y, por lo tanto, la corriente limitada de la carga espacial. Dos métodos para aumentar el gradiente de concentración de las partículas cargadas son mediante el uso de uno o más electrodos adicionales muy próximos, que crean un campo eléctrico que concentra las partículas cargadas en la ubicación deseada y/o mediante el uso de una o más estructuras aisladas que forman una barrera física que evita que las partículas cargadas salgan en todas las direcciones, excepto en la dirección deseada.

**[0062]** Para aumentar la eficiencia del motor a reacción de partículas cargadas, podemos recuperar parte de la energía termodinámica de la masa de reacción a través de la interacción de los átomos y/o de las moléculas neutras de alta energía con partículas cargadas en alguna región del motor y que puede maximizar la recuperación de energía al concentrar partículas cargadas en una región de interacción de los átomos y/o las moléculas neutras y las partículas cargadas mediante el uso de uno o más electrodos adicionales y/o mediante el uso de una o más estructuras que forman una barrera física, evitando que las partículas cargadas salgan en todas las direcciones, excepto en la deseada.

**[0063]** También podemos convertir parte de la energía termodinámica de empuje mediante la prevención de que la masa de reacción neutra fluya fuera de la entrada de una o más de las regiones productoras de empuje a medida que se añade energía termodinámica a la masa de reacción por el cambio de la dirección y/o la velocidad de los átomos y/o moléculas neutras, por lo que el cambio en el impulso de los átomos y/o las moléculas neutras debe coincidir con un cambio igual, pero opuesto, en el impulso del motor a reacción de partículas cargadas, lo que aumenta el empuje del motor. Evitamos que los átomos y/o las moléculas neutras fluyan por la entrada de una o más de las regiones productoras de empuje mediante el uso de colisiones de los átomos neutros y/o moléculas con partículas cargadas, o alguna estructura del propio motor de partículas cargadas. Una vez más, podemos usar uno o más electrodos adicionales para concentrar las partículas cargadas para maximizar el número de átomos y/o moléculas neutras que no pueden salir a través de la entrada de una o más regiones productoras de empuje. También podemos evitar que los átomos y/o las moléculas neutras fluyan por la entrada de una o más de las regiones productoras de empuje mediante el uso del aumento de la presión del medio en la entrada a esa región.

**[0064]** Los motores a reacción de partículas cargadas se pueden combinar en tres maneras de aumentar el empuje, la eficiencia, o ambos. El simple uso de múltiples motores independientes de partículas cargadas es una forma, pero el área de entrada, el uso de energía y el peso aumentan linealmente con el número de motores de partículas cargadas utilizados. Colocar dos o más motores a reacción de partículas cargadas independientes en tándem, donde la salida de masa de reacción neutra de un motor a reacción de partículas cargadas se alimenta a la entrada de otro motor a reacción de partículas cargado aumentará el empuje, el uso de energía y el peso de forma lineal con el número de etapas, mientras que el área de entrada se mantendrá constante. La colocación de dos o más motores a reacción de partículas cargadas fusionadas donde el electrodo de salida de un motor es el electrodo de entrada del siguiente motor a reacción de partículas cargadas produce un motor a reacción de partículas cargadas segmentadas donde el empuje, la energía y el peso aumentan linealmente con el número de etapas, mientras que el área de entrada y la energía de generación de iones permanecerán constantes. Para la configuración segmentada, cada electrodo en secuencia debe estar a un potencial eléctrico más alto que el electrodo anterior. Para la configuración en tándem, los potenciales de electrodo pueden ser independientes entre sí porque no se transfieren partículas cargadas entre los motores a reacción de partículas cargadas.

**[0065]** Para que un motor a reacción de partículas cargadas funcione, las partículas cargadas o bien deben ser eliminadas de la masa de reacción o neutralizadas cuando ya no son necesarias. Las partículas cargadas pueden separarse de la masa de reacción mediante campos electromagnéticos y una vez separadas pueden almacenarse, neutralizarse o recircularse. Al mismo tiempo, las partículas se separan, se pueden clasificar por masa, de modo que, si una partícula cargada se neutraliza, almacena o recircula puede basarse en la masa de la partícula cargada. El campo electrostático de aceleración hará que las partículas cargadas se atraigan al electrodo de salida. Si este electrodo se hace conductor, neutralizará las partículas cargadas. Las partículas cargadas también pueden neutralizarse inyectando las cargas de polaridad opuestas del generador de iones en la región donde las partículas cargadas deben neutralizarse o dejar que las partículas cargadas formen regiones opuestas que producen el empuje de polaridad se neutralicen entre sí. Si las partículas cargadas deben recircularse, se pueden usar fuerzas

electromagnéticas para dirigir y acelerar las cargas de recirculación. También es posible utilizar un medio de transporte mecánico, tal como una bomba mecánica para recircular las partículas cargadas. Si las partículas cargadas no se crean a partir del medio, puede ser ventajoso neutralizar primero las partículas cargadas y transportarlas a la entrada de un generador de partículas cargadas.

5 [0066] Debido a que el aumento de la cantidad de masa que se acelera aumenta la eficiencia de empuje, también podemos aplicar los métodos siguientes para aumentar el flujo de masa del medio en una o más regiones del dispositivo. Cuando el motor se está moviendo con respecto al medio, se puede insertar una cuchara recolectora en el medio para aumentar la cantidad de medio que entra a una región. También podemos usar un campo electrostático o electromagnético para producir una fuerza en las partículas cargadas que colisionan con el material neutro del medio y canalizan material adicional hacia la región.

15 [0067] Se puede aumentar la eficiencia del motor a reacción de partículas cargadas si se convierte cualquier velocidad del medio en un aumento de la densidad, ya que la eficiencia de empuje de los motores a reacción de partículas cargadas aumenta con la densidad del medio. Podemos usar boquillas u otros medios mecánicos para aumentar la densidad del medio. Aunque agregan peso, complejidad y partes móviles, los compresores mecánicos también pueden usarse para aumentar la densidad del medio en varias regiones del dispositivo. También podemos usar fuerzas electrostáticas o electromagnéticas sobre partículas cargadas que chocan con el material neutro del medio para aumentar la densidad del medio.

20 [0068] Podemos producir un empuje vectorizado en un motor a reacción de partículas cargadas mediante una variedad de medios. Podemos alterar la trayectoria de las partículas cargadas para cambiar la dirección de la aceleración de partículas usando uno o más electrodos de aceleración alternativos y/o uno o más electrodos segmentados y cambiando entre uno o más electrodos de aceleración alternos o segmentos de electrodo o aplicando diferentes potenciales de aceleración a uno o más electrodos de aceleración alternativos y/o a uno o más segmentos del electrodo. También podemos utilizar la inyección de una densidad de partículas de carga no uniforme para proporcionar una transferencia de energía no uniforme a la masa de reacción para producir un empuje no uniforme de vectores. Podemos alterar la trayectoria de las partículas cargadas y el medio neutro mediante el uso de una o más boquillas móviles o mediante el uso de un material flexible que encierra una región del motor a reacción de partículas cargadas que se puede ajustar para cambiar la dirección de las partículas cargadas y el medio neutro. También podemos usar colisiones de las partículas de carga cuya trayectoria se puede cambiar a través de uno o más de los métodos descritos anteriormente con las partículas neutras para controlar la trayectoria de las partículas cargadas y las partículas neutras. El uso de electrodos alternativos se puede usar para seleccionar en qué región entra el medio neutro. Por supuesto, también podemos rotar todo el motor a través de algún eje para producir un empuje vectorial. Los métodos eléctricos tienen la ventaja del control eléctrico directo de la trayectoria de empuje y no de partes móviles.

35 [0069] En el motor a reacción de partículas cargadas de la presente invención, las partículas cargadas pueden crearse directamente en la región apropiada a través de la ionización de fotones y/o a través de electrones u otras colisiones de partículas de suficiente energía. La descarga de corona es un caso especial de colisiones de partículas que utiliza un campo eléctrico elevado para producir una cascada de partículas cargadas. El uso tradicional de la descarga de corona producida por un alto campo eléctrico entre los electrodos de aceleración de entrada y salida garantiza la menor eficiencia posible, ya que las partículas cargadas, una vez que se crean, se aceleran a través del potencial máximo posible para una separación de electrodos determinada. La descarga de corona se puede utilizar para crear iones directamente en una región de alta eficiencia si los dos electrodos que producen el campo eléctrico alto no son los mismos que los electrodos de aceleración de entrada y de salida. En la mayoría de los casos, sin embargo, será más eficiente obtener las partículas cargadas fuera de la región de aceleración y luego inyectarlas en la región. La fuente de estas partículas cargadas puede almacenar partículas cargadas, ya sea creadas a partir de algún medio o partículas que tienen una carga estática permanente, partículas cargadas creadas a partir de un medio distinto del medio acelerado por las partículas cargadas, y/o del mismo medio en el que las partículas cargadas aceleran y forman la masa de reacción neutra. El generador de partículas cargadas puede ser un generador de iones que utiliza un campo eléctrico alto, radiación electromagnética y/o colisiones de partículas, incluyendo la descarga de corona para generar iones utilizando la energía mínima posible para crear los iones. Si se utiliza un exceso de energía para crear las partículas cargadas, se puede recuperar a través de la interacción de la partícula cargada y un campo eléctrico. Finalmente, es posible que el propio medio pueda contener suficientes partículas cargadas para producir el empuje requerido y asegurar que en cualquier región del motor de partículas cargadas donde se usan las partículas cargadas para suministrar energía al medio neutro, la mayoría de las partículas cargadas en la región tienen la misma polaridad, ya sea por separación o por neutralización selectiva.

60 [0070] Además de controlar la dirección del empuje, generalmente es necesario controlar la cantidad de empuje producido. El empuje se puede variar variando los potenciales aplicados a los electrodos de aceleración, variando la cantidad y/o la distribución de las partículas cargadas en una región productora de empuje del motor a reacción de partículas cargadas, variando la carga espacial generada por el campo eléctrico inverso al variar los potenciales y/o las corrientes de cualquier carga espacial generaron electrodos o conductores de campo eléctrico inverso y/o controlando la cantidad de masa de reacción neutral disponible en una región productora de empuje. La cantidad de masa de reacción neutra disponible y/o el número de partículas cargadas disponibles en una región puede

controlarse mediante un acelerador mecánico y/o por electrodos que dirigen algunas o todas las partículas cargadas a una región que no produce el empuje del motor de iones de partículas cargadas y dirige las partículas de masa de reacción neutra a una región que no produce empuje mediante colisiones con partículas cargadas.

5 **[0071]** Hay un gran número de usos para el motor a reacción de partículas cargadas. Los siguientes usos solo pretenden ser una muestra de la amplia gama de aplicaciones del motor a reacción de partículas cargadas y solo pretenden ilustrar algunas de las muchas ventajas del motor a reacción de partículas cargadas sobre otros medios de producción de empuje y no están destinados de ninguna manera a limitar el alcance de esta invención.

10 **[0072]** Un motor a reacción de partículas cargadas de cualquier tamaño empaquetado como unidad autónoma que contiene uno o más generadores de iones, una o más regiones de aceleración de iones, una fuente de energía, una fuente de alimentación, combustible, y electrónica de control creará una fuente independiente autónoma de una fuerza que puede aplicarse a cualquier objeto en el que la aplicación de dicha fuerza tenga un significado. El motor a reacción de partículas cargadas también se puede integrar en estructuras tales como, pero sin limitarse a, los  
15 vehículos y la unidad autónoma anterior. La integración del motor a reacción de partículas cargadas en alguna otra estructura puede resultar en ahorros tremendos en materiales, costes y/o peso. Por ejemplo, un motor a reacción de partículas cargadas encerrado podría integrarse en el fuselaje de un avión a reacción, donde un solo tubo estructural proporcionaría el soporte para electrodos de aceleración integrados, al mismo tiempo proporcionaría un soporte estructural de gran área para una célula de combustible y/o una célula solar que reduce en gran medida el peso. La  
20 elección del combustible y la fuente de energía dependería de la aplicación, pero podría ser una o una combinación de una batería, una célula solar, una célula de combustible y/o alguna forma de un reactor nuclear.

**[0073]** El motor a reacción de partículas cargadas se puede utilizar como un medio para mover el medio en el que está incrustado en lugar de moverse a sí mismo. Puede usarse como un ventilador y/o bomba que mueva un  
25 volumen potencialmente ilimitado de un medio gaseoso, tal como aire u otro gas.

**[0074]** Aunque el uso de un motor a reacción de partículas cargadas para mover un medio gaseoso es útil, es la aplicación de uno o más motores a reacción de partículas cargadas en una amplia variedad de objetos para producir una o más fuerzas en estos objetos que son especialmente útiles. El uno o más motores a reacción de partículas  
30 cargadas pueden unirse temporal o permanentemente al objeto y, si están conectados permanentemente, pueden integrarse en la estructura de los objetos. En la mayoría de las aplicaciones, los objetos a los que uno o más motores a reacción de partículas cargadas aplican su fuerza estarán sumergidos parcial o completamente en el medio a reacción de la masa. Podemos definir un conjunto de ejes ortogonales para fijar la posición y la orientación del objeto en el espacio. Si se detecta una fuerza gravitatoria en la ubicación del objeto, el eje vertical se define en la  
35 dirección de la fuerza gravitacional. Los otros dos ejes ortogonales están en ángulos rectos al eje vertical. Si no hay una fuerza gravitatoria detectable, las orientaciones del eje son arbitrarias. Estos ejes se pueden usar para definir la posición, la orientación, la distancia y la velocidad del objeto y la dirección de las fuerzas que se aplican al objeto. Los motores a reacción de partículas cargadas pueden alinearse con el eje o no dependiendo de la aplicación.

40 **[0075]** Las fuerzas sobre los objetos no se limitan a fuerzas producidas por los motores a reacción de partículas cargadas, sino que pueden incluir también la fuerza de la gravedad, las fuerzas estáticas tales como las producidas por las ruedas o estructuras estáticas, las fuerzas dinámicas de fluidos, fuerzas de flotación y fuerzas debidas a la inercia. Las fuerzas dinámicas flotantes y fluidas pueden ser aquellas producidas por uno o más gases y/o uno o  
45 más líquidos. Las fuerzas dinámicas del fluido pueden ser producidas o modificadas por uno o más perfiles aerodinámicos, uno o más hidroplanos y/o una o más superficies de control en el objeto donde las superficies de control pueden ser fijas o móviles sobre cualquier eje arbitrario no necesariamente alineado con el eje global mencionado anteriormente. Se pueden producir fuerzas dinámicas de fluidos adicionales en la interfaz entre dos medios diferentes, tal como el planeo en la superficie del medio por objetos tales como botes y esquís, la tensión superficial del medio y, por lo tanto, las llamadas fuerzas de "efecto suelo". La fuerza neta total sobre el objeto se  
50 puede modificar en magnitud y/o dirección modificando la magnitud y/o la dirección de cualquiera de las fuerzas individuales sobre el objeto. La magnitud y la dirección de las fuerzas sobre el objeto producidas por uno o más motores a reacción de partículas cargadas pueden modificarse por cualquiera de los métodos dados anteriormente. Las fuerzas dinámicas del fluido pueden modificarse variando la velocidad, la forma y/o la orientación del objeto en el medio o a través de una o más de las superficies de control. Las fuerzas de la superficie se pueden modificar por  
55 la velocidad, la forma, la orientación del objeto con respecto a la superficie y la distancia desde la superficie. Las fuerzas de flotación pueden modificarse variando la forma del tamaño o el peso del objeto.

**[0076]** A través de la modificación de las fuerzas sobre el objeto mediante uno o más métodos dados anteriormente, la posición, la orientación, la aceleración, el tamaño, la forma, y/o la velocidad del objeto se pueden modificar. Estos  
60 parámetros pueden ser modificados directamente por un ordenador a través del control eléctrico directo de las fuerzas sobre el objeto. La separación y la velocidad relativa del objeto en relación con cualquier objeto físico conocido, no solo con otros objetos controlados por motores a reacción de partículas cargadas, puede modificarse y/o mantenerse mediante este control informático a través de sensores en el objeto o mediante algún sistema de control de tráfico que esté en comunicación con el objeto. El hecho de que el objeto esté bajo control informático no  
65 impide que el control manual se ejerza sobre el objeto, "pilotaje por cable". Los valores deseados de cualquiera de los parámetros controlados por el ordenador pueden ingresarse en el ordenador y cuando el ordenador está

conectado a un sensor que determina el valor actual del parámetro, el ordenador puede modificar el parámetro real para que coincida con el valor deseado. Esto permite que los parámetros se estabilicen en condiciones variables tales como carga, corrientes y remolinos en el medio y/o condiciones de superficie variables.

5 **[0077]** Uno de los objetos a los que uno o más motores a reacción de partículas cargadas se pueden adjuntar es una persona. Los motores pequeños se pueden unir a botas que usa la persona, donde el empuje puede aparecer como la misma fuerza que uno experimentaría sobre una superficie sólida. Alternativamente, se puede usar un arnés para sujetar uno o más motores a reacción de partículas cargadas a las personas que están detrás o los motores se pueden unir a un traje de vuelo donde la fuerza se aplica al cuerpo sobre un área amplia. Cuando está conectado a una persona, el motor a reacción de partículas cargadas puede funcionar como un paracaídas. Para agregar control y estabilidad, se pueden unir pequeños reactores de partículas cargadas de control en los guantes para que se pueda ejercer una fuerza en las manos para mantener el equilibrio. La cantidad de fuerza generada por los motores a reacción de partículas cargadas unidos a las botas podría ser regulada por el ángulo del tobillo, de modo que pararse sobre los dedos de los pies aumentaría el empuje mientras pararse sobre los talones reduciría el empuje a cero. El mismo mecanismo podría aplicarse a los motores a reacción de partículas cargadas unidos a las manos, donde el ángulo de la muñeca controla la magnitud del empuje.

20 **[0078]** Podemos restringir el movimiento de los objetos a los que están unidos los motores a reacción de partículas cargadas a través de alguna estructura de guía, donde esta estructura de guía puede tener la forma de una pista que está parcialmente rodeada por parte del objeto, una estructura de pista que rodea parcialmente el objeto, una estructura de tubo que rodea completamente el objeto, una estructura de tubo que rodea parcialmente el objeto, una estructura de tubo que rodea completamente el objeto, una trayectoria virtual almacenada en un ordenador que usa información de GPS a bordo y/o un sistema de guía inercial para hacer coincidir la posición y la velocidad almacenadas con la posición y la velocidad reales, según lo determinado por el sistema de guía inercial y/o las señales GPS, una estructura que puede ser detectada por sensores en el objeto en el que la estructura es fija o variable en el tiempo y/o espacio, o donde la trayectoria consiste en una o más señales electromagnéticas, tal como rayos de luz enfocados que pueden ser detectados por los sensores del objeto. La trayectoria restringida puede definirse por una trayectoria entre la posición actual del objeto y un punto en el espacio fijo o variable con respecto al tiempo y a la posición. Este punto es el espacio puede ser un punto de la trayectoria, un punto final o de destino, otro objeto en el espacio donde el objeto se está moviendo o está parado. Un punto de destino es un punto final donde el objeto puede permanecer sin gasto de energía. El punto final puede ser un punto objetivo donde el objeto restringido puede afectar a otro objeto en ese punto, el objeto de destino, destruyéndolo con la energía cinética del objeto restringido, mediante una ojiva explosiva química o nuclear detonada en o cerca del punto objetivo con la ojiva con suficiente energía para destruir el objeto de destino. El punto objetivo puede ser la posición de un objeto cuya posición inicial en el punto objetivo puede ser alterada por el objeto restringido que se adhiere al objeto objetivo por medios magnéticos, mecánicos o adhesivos y luego usa las fuerzas aplicadas al objeto restringido para mover ambos objetos. Si el objeto de destino es un objeto controlado por un motor a reacción de partículas cargadas mediante la comunicación entre el objeto restringido y el objeto de destino, se puede utilizar para forzar al objeto de destino en una trayectoria que sigue al objeto restringido. Los múltiples objetos controlados por el motor a reacción de partículas cargadas pueden verse obligados a seguir la misma trayectoria con una separación fija mantenida por un separador mecánico o un sensor que detecta la separación entre los objetos y donde el mecanismo de control utiliza los sensores para modificar la separación real, de modo que es igual a la separación deseada, formando así un tren virtual.

45 **[0079]** Reducimos la fricción dinámica en una superficie del motor a reacción de partículas cargadas en contacto con un medio cubriendo la superficie con partículas cargadas para actuar como una capa elástica entre el medio y la superficie. Estas partículas cargadas pueden acumularse naturalmente en la superficie que contiene partículas cargadas debido a la repulsión mutua de cargas similares entre sí. Las partículas cargadas se pueden mantener contra una superficie usando un potencial aplicado a la superficie aislada de las partículas cargadas y uno o más de los electrodos de los motores a reacción de partículas cargadas.

55 **[0080]** Con referencia ahora a los dibujos, la figura 2A muestra una vista lateral esquemática de los diversos componentes de esta invención. En esta figura y en todo este documento, (1) es una flecha que indica el punto de entrada del medio gaseoso o líquido. La flecha etiquetada (2) apunta al punto de salida del medio. Los anillos, (3) y (4) son los electrodos utilizados para crear el campo electrostático que acelera las partículas cargadas en una dirección desde (3) a (4). El generador de partículas cargadas (5) es independiente del campo de aceleración de la fuerza electrostática entre los dos electrodos (3) y (4). La trayectoria (6) se usa para introducir las partículas cargadas uniformemente en el campo entre los dos electrodos de aceleración y, si bien esto se muestra de forma esquemática como un tubo separado, no pretende descartar métodos de generación de carga que están contenidos dentro de uno o más de los electrodos. Lo que se descarta es el uso exclusivo del campo electrostático entre los dos electrodos de aceleración para generar iones por descarga de corona. La separación entre los electrodos se mantiene mediante los soportes aislados (7), mientras que la fuente de alimentación (8) proporciona la tensión de aceleración aplicada a los dos electrodos. El generador de partículas con carga alternativa que se muestra en la figura 2B crea iones desde el medio como se muestra por la abertura al medio indicado por la flecha de entrada del medio (3), mientras que los generadores de la figura 2A y la figura 2C pueden usar o no iones del medio como las partículas cargadas.

**[0081]** Cuando las partículas cargadas han alcanzado el electrodo de salida, ya no contribuyen al empuje del motor y deben ser neutralizadas si no van a ser recirculadas o usarse en las etapas que siguen como se discute más adelante en este documento. Debido a que todas las partículas cargadas son atraídas hacia el electrodo de salida, pueden neutralizarse simplemente haciendo que el electrodo sea conductor en su superficie, donde las partículas cargadas pueden recogerse o perder su carga. Debido a que la velocidad de las partículas cargadas en un medio se ha ralentizado por las colisiones con el medio, la erosión de los electrodos no debería ser un problema importante.

**[0082]** Las figuras 3 a 21 muestran varias configuraciones de la invención que se presentan para mejorar la comprensión de los principios y la flexibilidad de la invención y no se pretende limitar en modo alguno el alcance de la invención. La figura 3 ilustra varias configuraciones de reactores de partículas cargadas que pueden ofrecer ciertas ventajas dependiendo de la aplicación. En estos dibujos, se omite la generación de partículas cargadas para mayor claridad. En la figura 3A, se muestra la estructura básica de bastidor abierto. Aquí, los dos electrodos (3) y (4) están separados por un aislante (7) y proporcionan una entrada de medio (1) y una salida de escape (2). Esta configuración funciona debido al hecho de que la fuerza está entre las partículas cargadas y los electrodos. Cuando las partículas cargadas chocan con átomos y moléculas neutras, la cantidad y la dirección de la transferencia de energía resultante son aleatorias y, cuando se promedian en muchas colisiones, el 50 % de la energía de las partículas cargadas se transfiere en la dirección del electrodo posterior. El otro 50 % deja la perpendicular respecto al eje de empuje en todas las direcciones y no produce empuje neto. La ventaja de esta configuración es la simplicidad y el peso ligero. La desventaja es que la energía termodinámica aleatoria no se puede convertir en empuje.

**[0083]** La figura 3B encierra los electrodos en un alojamiento aislante (7). Parte de la energía perdida de la configuración de bastidor abierto se puede recuperar de los átomos y moléculas neutras al restringir el componente perpendicular del movimiento del átomo neutro y de la molécula. Esto es posible porque el motor a reacción de partículas cargadas, como los reactores y cohetes convencionales, también contiene átomos y moléculas neutras aceleradas, cuyo componente de energía perpendicular se puede convertir en un componente axial a través de colisiones con otros átomos y moléculas mientras está contenido entre los electrodos. Discutimos esto más adelante cuando se trata de la energía termodinámica perdida.

**[0084]** La figura 3C muestra la adición de una cuchara media o embudo (9) utilizado para aumentar el número de átomos neutros y moléculas que ingresan al motor. Cuanta más masa se mueva, menos energía se necesita para un empuje dado.

**[0085]** La figura 3D muestra una boquilla convergente (10) que se puede utilizar para recuperar parte de la energía de los átomos y las moléculas neutras. La figura 3E muestra una boquilla divergente (10) que también se puede utilizar para recuperar esta energía.

**[0086]** La figura 3F muestra una configuración cónica donde el área de la sección transversal disminuye al pasar del electrodo de entrada al electrodo de salida, lo que resulta en un aumento de la presión de los átomos neutros y las moléculas a medida que viajan entre los electrodos. La figura 3G muestra un estrechamiento inverso en el que la presión disminuye de adelante hacia atrás sobre lo que sería si la sección transversal no fuera cónica. Las paredes cónicas también convierten el flujo de energía perpendicular de los átomos y las moléculas neutras en empuje axial a través de las colisiones con el alojamiento (7).

**[0087]** La figura 3H muestra el uso de entradas de medio (11) alrededor de la circunferencia del alojamiento utilizada para llevar más del medio a la región entre los electrodos. Esto es especialmente útil en aplicaciones donde los electrodos son estacionarios con respecto al medio y donde el propósito del reactor de partículas cargadas es proporcionar empuje estático sin movimiento relativo con respecto al medio. La figura 3I muestra una cuchara o embudo (9a) adicional diseñado para presurizar el aire que ingresa a las entradas de aire periféricas. Unas puertas de aleta sobre las entradas pueden cerrarse cuando la presión dentro del reactor es mayor que la presión exterior.

**[0088]** La figura 3J muestra una configuración de bastidor abierto del motor de partículas cargadas donde los electrodos no son anillos circulares. De hecho, los electrodos pueden ser de cualquier forma dependiendo de la distribución de campo eléctrico deseada y de las limitaciones de espacio del diseño. También debería ser bastante obvio que las modificaciones a la estructura de bastidor abierto de la figura 3A que se muestra en la figura 3B a la figura 3I también se pueden aplicar a la estructura de bastidor abierto que se muestra en la figura 3J y otras formas de electrodos arbitrarios.

**[0089]** Todos los dibujos de la figura 4 y la figura 5 muestran métodos utilizados para reducir la carga espacial axial generada por el campo electrostático inverso. La figura 4 muestra los motores a reacción de partículas cargadas abiertos, mientras que la figura 5 muestra estructuras cerradas. La figura 4A muestra la configuración estándar de anillo abierto de la figura 3A con el campo eléctrico aplicado (76) mostrado. El uso de electrodos de gran diámetro sin ninguna malla para distribuir el potencial a través de la entrada y la salida permite que el potencial dentro del área del anillo varíe y, como resultado, el campo eléctrico mostrado. Cuando las líneas de campo no son paralelas al eje del electrodo, existirá un componente radial del campo eléctrico. Al igual que en el caso del campo eléctrico axial, las cargas en la región también reducirán el campo eléctrico radial y angular aplicado y porque la suma de

todos los cambios en los campos eléctricos en todas las direcciones debe ser igual a la densidad de carga dividida por la permitividad el aumento del cambio radial y angular en el campo eléctrico, da como resultado una disminución en la carga espacial axial generada por el campo eléctrico inverso. La figura 4B utiliza un pequeño electrodo (75) unido a cada anillo, que puede operarse a un potencial más bajo que los electrodos de anillo para aumentar el componente del campo eléctrico radial, lo que provoca un mayor cambio en el campo eléctrico radial y, por lo tanto, un campo electrostático axial inverso más bajo. La figura 4C usa electrodos axiales para crear un campo eléctrico radial inverso más uniforme. Si bien se muestra que el electrodo va desde el electrodo de entrada hasta más allá del electrodo de salida, está claro que la longitud, el diámetro y la posición del electrodo pueden variar para optimizar el campo para la aplicación particular. La figura 4D utiliza una pluralidad de electrodos cuyos potenciales individuales se pueden variar para lograr cualquier configuración de campo electrostático deseada que incluya un componente de campo eléctrico angular y radial no uniforme. La figura 4E muestra electrodos de panel de abeja, aunque pueden tener cualquier forma deseada que se pueda usar para dividir el área de entrada general en regiones de radio más pequeñas para aumentar el cambio en la intensidad del campo eléctrico radial.

**[0090]** En la figura 5, se muestran motores de partículas cargadas cerrados. La figura 5A a la figura 5E corresponden a los motores de partículas cargadas abiertos de la figura 4A a la figura 4E, respectivamente. En el caso de motores de partículas cargadas cerrados, la estructura de cerramiento también se puede usar como un electrodo para modificar los campos eléctricos radiales y/o angulares.

**[0091]** La introducción de los componentes de campo eléctrico angular y/o radial dará lugar a densidades de carga angulares y/o radiales no uniformes. Para maximizar la eficiencia y el empuje, la densidad media neutra debe rastrear estos cambios. En la figura 5F, el campo eléctrico radial tenderá a concentrar las partículas cargadas cerca del eje central. La carcasa cónica que se muestra en la figura 5F se puede usar para ayudar a concentrar las moléculas neutras hacia el eje central. La figura 5G y la figura 5H usan electrodos adicionales correspondientes a los electrodos adicionales de la figura 5B y la figura 5C, respectivamente, junto con la carcasa cónica. Debe quedar claro que la forma real de la carcasa podría modificarse para controlar la trayectoria del medio neutro.

**[0092]** Hay una segunda forma de reducir el campo eléctrico axial inverso generado por la carga espacial y que es mediante el uso de partículas de carga opuesta para cancelar el efecto de las partículas cargadas que producen el empuje. Si la figura 4C, la figura 4D, la figura 5C, la figura 5D y la figura 5H, los electrodos axiales también pueden ser conductores aislados o canales conductores que contienen partículas con carga opuesta cuya densidad de carga coincide con la densidad de carga de las cargas que producen el empuje. Las cargas en esta región pueden ser simplemente electrones o si es un conductor o partículas cargadas de polaridad opuesta si es una región hueca. El punto es hacer coincidir la densidad de carga en cada punto para cancelar parcialmente el campo eléctrico inverso de las partículas que producen el empuje. En la figura 5I, las secciones de radio más pequeñas producen empuje al utilizar partículas cargadas de ambas polaridades entremezcladas para proporcionar la máxima cancelación del campo eléctrico inverso de carga espacial. La polaridad de las partículas de carga de cada sección se muestra mediante los números de los electrodos en la parte delantera y trasera, donde la polaridad de las cargas en los canales con el electrodo marcado (3) es opuesta a la polaridad de los canales con el electrodo marcado (4). En la figura 5J, las regiones de polaridad de carga opuesta son coaxiales.

**[0093]** En la figura 6, que muestran diversos esquemas de segmentación del motor. El campo eléctrico de carga espacial inverso limita el número de cargas que entrarán en la región entre los electrodos. Cuanto mayor sea la separación entre los electrodos, menos cargas entrarán en la región y menor será el empuje para una tensión aplicada dada. Es posible reducir la separación entre los electrodos y mantener el mismo empuje utilizando electrodos intermedios adicionales (77) entre los electrodos de entrada (3) y de salida (4). Esto no es lo mismo que hacer funcionar múltiples motores de partículas de carga independientes en tándem porque el potencial eléctrico continúa aumentando de un electrodo al siguiente porque el electrodo de salida de un segmento es el electrodo de entrada del siguiente. Para funcionar, cada electrodo debe tener un potencial más alto que el que lo precede. No es el hecho de que las partículas cargadas se estén reutilizando lo que separa la operación segmentada de la operación en tándem, sino la compartición de electrodos de un segmento a otro. Si bien puede que no sea necesario inyectar nuevas partículas cargadas en la región cercana a cada electrodo, esto puede hacerse, si es necesario, para reemplazar las cargas perdidas o para adaptar cada segmento a la velocidad y a la densidad de la masa de reacción neutra.

**[0094]** La figura 6A muestra múltiples electrodos abiertos (3), (4) y (77), con cada electrodo a un potencial más alto que el electrodo anterior, como lo muestran las fuentes de alimentación múltiples (78) en serie. En la figura 6B, mostramos un conjunto cerrado de electrodos con la carcasa cónica para aumentar la densidad de la masa de reacción neutra y de las partículas cargadas de un segmento a otro.

**[0095]** La figura 7 se ocupa de otro método para aumentar las partículas cargadas entre los electrodos de aceleración (3) y (4). Cuando se opera bajo condiciones de corriente limitada de carga espacial, el campo eléctrico en el electrodo de aceleración de entrada (3) se reduce a cero por el campo eléctrico inverso generado por la carga espacial. Si más cargas ingresan de alguna manera a las regiones entre los electrodos, el campo eléctrico en realidad se invertirá, forzando las cargas hacia fuera del anillo del electrodo frontal. Pero podemos obligar a las cargas a moverse contra este campo eléctrico inverso para que haya un flujo neto de partículas cargadas en el

electrodo de entrada. Un método para hacer esto es mediante la difusión de partículas cargadas en el anillo de entrada debido a un gradiente de concentración donde la densidad de partículas cargadas es mayor fuera del electrodo de entrada. El problema es mantener ese gradiente de concentración.

5 **[0096]** En la figura 7A, se muestran dos electrodos estrechamente separados en la entrada del motor. El electrodo adicional (77) proporciona un campo eléctrico que repele cualquier partícula cargada al electrodo de entrada. Si bien esto parece ser simplemente un motor segmentado, el funcionamiento es diferente porque la separación de los dos electrodos (77) y (3) es lo más cercana posible para maximizar el gradiente de concentración de partículas cargadas para maximizar la corriente de difusión. Las partículas cargadas que se aceleran en el electrodo frontal (3) por la  
10 carga espacial negativa generada por el campo eléctrico serán atrapadas por el campo opuesto establecido por el potencial aplicado entre los electrodos (77) y (3).

**[0097]** En la figura 7B, se muestra el uso de una barrera física real para detener las partículas cargadas de salir de la parte delantera del motor. Los anillos en forma de "U" (79) forman regiones aisladas donde las partículas cargadas pueden concentrarse para aumentar el gradiente de concentración. Claramente, la estructura física de la figura 7B se puede combinar con la estructura del electrodo de la figura 7A para maximizar el atrapamiento de las partículas cargadas.  
15

**[0098]** En la figura 4 a la figura 7, se han mostrado formas de contrarrestar el espacio cargado de campo eléctrico generado principalmente para aumentar la eficiencia de empuje electrostático del motor. El empuje electrostático es potencialmente mucho más eficiente que el empuje termodinámico generado por un reactor o cohete químico convencional. Esto se debe a que la energía suministrada por el campo eléctrico está inicialmente en su totalidad en la dirección axial, mientras que, en un cohete químico o un motor a reacción, la energía térmica se distribuye aleatoriamente en todas las direcciones. Pero cualquiera que sea la máxima eficiencia de empuje electrostático, la  
20 energía que no se utiliza para generar el empuje electrostático, la energía asociada con el aumento en el componente axial de la velocidad de la masa de reacción neutra terminará con el movimiento térmico aleatorio de la totalidad de la masa de reacción. Parte de esta energía puede ser recuperada.

**[0099]** En la figura 8A, se muestra lo que parece línea de la misma estructura que la que se muestra en la figura 7A, que se utiliza para atrapar las partículas cargadas para aumentar el gradiente de densidad de la partícula cargada. Lo hace, pero, además, puede utilizarse para recuperar algo de la energía termodinámica. Una forma de recuperar algo de esta energía es a través de colisiones de moléculas de aire neutras con un componente de velocidad axial hacia el electrodo de entrada con las partículas cargadas. Si la energía y el impulso se transfieren de nuevo a la partícula cargada, ya sea reduciendo la velocidad de la partícula o invirtiendo su dirección, la partícula cargada  
30 atraerá menos energía o devolverá la energía al campo eléctrico. En la figura 8A, la región entre los electrodos de aceleración (3) y (4) recuperará energía, mientras que la gran densidad de carga entre el electrodo (77) y el electrodo (3) asegurará que toda la energía asociada con la masa de aire neutra que se mueve hacia el electrodo de entrada se recuperará o se convertirá en un empuje termodinámico adicional.

**[0100]** El empuje termodinámico se crea cuando la presión en un recipiente abierto en un lado es mayor que la presión ambiente. En el motor de partículas cargadas, la energía termodinámica es la misma que la energía termodinámica causada por la quema de combustible en un cohete químico o un motor a reacción. Esta energía termodinámica aparece en forma de un aumento en la temperatura de la masa de reacción. Si bien este aumento de la temperatura es bastante pequeño y produce un aumento muy leve de la presión, si el motor funciona con  
45 tensiones de aceleración cerca de la ruptura, el empuje asociado con este aumento de la presión puede ser de un orden de magnitud mayor que el empuje electrostático si el campo electrostático inverso no se reduce. Para convertir este aumento de presión en empuje, se debe evitar que las partículas neutras que se mueven hacia el electrodo de entrada salgan de la parte delantera del motor. En esencia, debemos cerrar la entrada al paso de las moléculas neutras que salen del motor, pero no bloquearlas para que se muevan dentro del motor. Es el mismo problema que enfrenta un motor turborreactor y todos los métodos utilizados en los diseños de motores turborreactores se pueden usar aquí, tal como la presión aerodinámica (reactor de empuje), los obturadores de entrada (reactor de pulso), los compresores mecánicos (turborreactores), etc. Pero podemos también usar colisiones de las moléculas neutras que se mueven hacia el electrodo de entrada con las partículas cargadas para transferir el impulso a través del campo eléctrico hacia los electrodos de aceleración. Eso es también lo que está ocurriendo en  
50 la figura 8A cuando usamos la región de partículas cargadas de alta densidad para recuperar el impulso de las moléculas neutras que se mueven hacia adelante y las convierten en empuje.

**[0101]** En la figura 8B, se utiliza un motor de partículas de gran carga (82) con electrodos (3) y (4) para "bombear" moléculas neutras en un segundo motor cerrado de partículas cargadas con electrodos (77) y (80) a través de aberturas entre los dos motores (81), donde la mayoría de la energía termodinámica asociada con la aceleración de las partículas cargadas en el motor contenido puede recuperarse mecánicamente debido a la parte delantera cerrada (83) del motor contenido. En la figura 8C, hemos mostrado el concepto de motores segmentados integrados, donde la energía termodinámica se puede recuperar en cada etapa.  
60

**[0102]** Los dibujos de la figura 9 se refieren a estructuras de geometría variable del motor a reacción de partículas cargadas. Todos se basan en dos principios del motor a reacción de partículas cargadas; para un empuje dado, la  
65



energía de empuje disminuye a medida que aumenta la masa que fluye entre los electrodos, por lo que al aumentar el área de la entrada del medio se produce un mayor flujo de masa y menor energía de empuje y al aumentar la separación entre los electrodos se producen más colisiones por partícula cargada, por lo que se requieren menos partículas cargadas.

5 **[0103]** En la figura 9A, la separación de los electrodos de aceleración del diseño de bastidor abierto se puede variar por los soportes de electrodos telescópicos (12). La figura 9B muestra una carcasa telescópica que usa secciones rígidas (13), mientras que la figura 9C muestra un diseño de tipo de manguera flexible. La figura 9D a la figura 9F muestran un diseño de tipo paraguas, donde el primer electrodo es un material sólido que se abre como un paraguas. En esta configuración, el medio entra en la región entre los electrodos a través de la región de entrada central (3) y a través de la región debajo del primer electrodo. La figura 9G muestra un electrodo rectangular cuya área puede ser alterada por las secciones de electrodo telescópicas. La figura 9H muestra una configuración de electrodo circular cerrado donde el diámetro de la carcasa se puede variar enrollando y desenrollando el material de la carcasa flexible (7).

15 **[0104]** Los dibujos de la figura 10 ilustran todos los métodos utilizados para crear un empuje vectorial. En estos dibujos, el punto de inyección de partículas cargadas no se muestra, pero se entiende que está cerca de la región de entrada del medio que puede cambiar dependiendo de los potenciales aplicados a los segmentos de electrodo individuales. La figura 10A es una configuración básica de bastidor abierto en la que los electrodos se han segmentado utilizando secciones aislantes (14) para que se puedan aplicar potenciales variables entre los segmentos. Por ejemplo, para vectorizar el empuje en una dirección hacia abajo, el potencial de aceleración se puede aplicar entre el segmento del electrodo frontal superior y el segmento inferior posterior. Esto hace que las partículas cargadas se aceleren en diagonal de arriba a abajo a medida que viajan entre los electrodos. La figura 10B muestra los electrodos rectangulares segmentados. Solo es posible una vectorización de empuje limitado, pero solo se necesita un solo punto de inyección de iones, a menos que se desee un empuje bidireccional, en cuyo caso se debe prever el suministro de partículas cargadas a cualquier región que actúe como entrada del medio.

20 **[0105]** La figura 10D muestra una estructura de cubo donde el vector de empuje puede estar en cualquier dirección según lo determinado por el potencial aplicado a los segmentos individuales. La figura 10D muestra un cubo dividido en más secciones que permiten un control más preciso y una mayor eficiencia del vector de empuje. La figura 10E muestra una estructura con forma esférica que proporciona un control aún más fino. En todas estas estructuras, se deben proporcionar medios para inyectar partículas cargadas en el punto apropiado.

25 **[0106]** La figura 10F muestra una boquilla de escape flexible colocada después de los anillos de aceleración, que se usa para cambiar el vector de la masa que sale y se comporta exactamente igual que una boquilla de control direccional en un motor a reacción de empuje vectorial convencional para crear un empuje vectorial. En la figura 10G, los electrodos se colocan en el material de la carcasa flexible, de modo que los electrodos también se mueven cuando la boquilla se vectoriza, lo que provoca que tanto la masa de escape neutra como la fuerza electrostática de los electrodos de aceleración sean vectorizadas.

30 **[0107]** La figura 10H muestra un vehículo hipotético que está encerrado en una jaula de electrodos de aceleración que se muestra en la figura 11. Aquí, el empuje se puede aplicar al vehículo en cualquier dirección variando los potenciales aplicados a los diversos segmentos e inyectando partículas cargadas en los puntos apropiados.

35 **[0108]** La figura 11 ilustra el concepto de recirculación de partículas cargadas. Cuando la energía asociada con la generación de las partículas cargadas se acerca a la energía de empuje, la recirculación de partículas cargadas se puede usar para reducir el número de partículas cargadas que deben producirse. Debe tenerse en cuenta que la recirculación de partículas cargadas solo se puede usar con motores a reacción de partículas cargadas que operan en un medio porque la fuerza necesaria para girar la dirección de las partículas cargadas cancela completamente el empuje obtenido de las partículas cargadas cuando es acelerado por los electrodos. Es solo porque la masa de las partículas cargadas es millones de veces menor que la masa de partículas neutras que se puede obtener un gran empuje neto sin la contribución de partículas cargadas que se ha neutralizado.

40 **[0109]** En la recirculación de las partículas cargadas, después de que las partículas cargadas han chocado con la mayor cantidad de partículas neutras como sea posible, las partículas cargadas se recogen cerca del electrodo de salida, pero no se neutralizan. El electrodo de salida está aislado, lo que todavía produce un campo eléctrico entre los electrodos de aceleración, pero las partículas cargadas no se neutralizan cuando entran en contacto con el electrodo aislado. Si las partículas cargadas no colisionaran con partículas neutras y perdieran energía, tendrían suficiente energía para "subir de nuevo por la colina potencial" y simplemente giraría alrededor de los dos electrodos, pero debido a que las partículas cargadas perdieron energía en las colisiones, esta energía se perdió y debe ser reemplazada por las partículas cargadas para que vuelva a subir la colina. Esta energía no puede ser reemplazada por un campo electrostático. Puede ser reemplazada, sin embargo, por un campo electrodinámico variable.

45 **[0110]** La figura 11A muestra un corte de un tubo dentro de un tubo. Las partículas cargadas son aceleradas por los electrodos de aceleración (3) y (4) y son "recolectadas" por el electrodo de salida (4), donde su dirección se invierte,

ya sea por un campo magnético o por un potencial estático o variable aplicado al electrodo de inversión (15) haciendo que las partículas cargadas entren en la región entre los dos cilindros (17) y (18). Se proporciona una abertura (19) en el electrodo de inversión para permitir el escape de partículas neutras. Los potenciales variables aplicados a los electrodos de aceleración inversa (16) aceleran las partículas cargadas, dándoles energía suficiente para "hacer que vuelva a subir la colina potencial". Es importante tener en cuenta que, si las partículas cargadas no son neutralizadas por el electrodo de salida, los electrodos de aceleración hacia adelante no suministran energía neta a las partículas cargadas. Esto ocurre porque la energía que la partícula cargada obtiene de los anillos de aceleración que viajan desde el anillo de entrada (3) al anillo de salida (4) se devuelve cuando la partícula cargada regresa al electrodo de entrada.

**[0111]** Cuando la partícula cargada alcanza el final de la región de retorno adyacente al anillo de entrada, un electrodo de inversión (15) o un campo magnético altera nuevamente la dirección de las partículas cargadas inyectándolas nuevamente en la región de entrada entre los dos electrodos de aceleración. Es importante tener en cuenta que cualquier partícula neutra que se acelere junto con las partículas cargadas en la región de retorno (17) transferirá su energía en forma de empuje hacia adelante cuando no pueda hacer el giro al final de la región de retorno (17) y chocan con el final de la región. La figura 11B y la figura 11C muestran vistas de detalle tridimensionales de los extremos de la región de retorno de partículas cargadas.

**[0112]** La figura 11D a la figura 11F muestran una estructura de recirculación situada axialmente en el centro de la región de aceleración. También es posible que se utilicen una trayectoria de recirculación tanto externa como interna, ya que la eficiencia de empuje hacia adelante aumentará por el campo electrostático más uniforme de los electrodos internos y externos y la inyección más uniforme de las cargas recirculadas.

**[0113]** La figura 12 muestra vistas en sección transversal detalladas de varias posibles estructuras de electrodo. La figura 12A a la figura 12D tienen secciones transversales rectangulares que proporcionan una mayor resistencia axial a expensas de la racionalización. La figura 12E a la figura 12H tienen secciones transversales redondas que presentan menos resistencia al arrastre que las secciones transversales rectangulares con menos fuerza axial. Las secciones transversales cuadradas de las figuras 12I a 12K proporcionan resistencia tanto radial como axial a expensas de la racionalización. La figura 12L a la figura 12O son secciones transversales de electrodos aerodinámicos que resultan en la resistencia axial de la sección transversal rectangular con un bajo arrastre.

**[0114]** Cada uno de los grupos de forma de sección transversal contiene electrodos huecos con una abertura que apunta en varias direcciones. Representan electrodos donde el generador de partículas cargadas o el inyector está contenido en el electrodo y las aberturas se utilizan para inyectar las partículas cargadas en el medio antes de que entre en la región entre los electrodos, a través de los electrodos para distribuir las partículas cargadas uniformemente a través del área de entrada, y hacia la región de salida del motor que se puede usar para los electrodos de salida de los motores que producen empuje bidireccional vectorial. La figura 12O muestra un área de sección transversal aerodinámica donde el borde delantero es una lente transparente utilizada con algunos métodos de ionización de fotones.

**[0115]** La figura 13 muestra varias mejoras en las estructuras de los electrodos para crear un campo eléctrico más uniforme entre los dos electrodos de aceleración. En la figura 13A, se utiliza una malla de alambre o rejilla para crear un plano de potencial eléctrico plano que resulta en un campo eléctrico más uniforme entre los electrodos. La figura 13B utiliza anillos concéntricos que dan como resultado una unidad más rígida y fuerte a expensas de la uniformidad del campo. Recuerde que la fuerza de empuje se aplica al electrodo y la malla o anillos conectados al mismo, por lo que estas estructuras deben ser lo suficientemente fuertes para gestionar esta fuerza de empuje. La figura 13C presenta los anillos concéntricos como una forma de cono que resulta en una mayor resistencia que las otras dos estructuras. Si bien las estructuras de los electrodos se muestran como anillos, es obvio que estos métodos utilizados para mejorar las propiedades de los electrodos se pueden aplicar a los electrodos utilizando otras geometrías.

**[0116]** La figura 14 muestra posibles estructuras de electrodo modificadas para facilitar la generación de partículas cargadas y la inyección en el área del anillo. En la figura 14A, la superficie interior del electrodo forma un espejo parabólico, de modo que los fotones utilizados en la ionización fotónica del medio rebotan continuamente en el área encerrada por el electrodo para minimizar la energía perdida por los fotones que no ionizan un átomo o molécula del medio. La figura 14B muestra los fotones reflejados alrededor del interior de la región encerrada por el electrodo. En la práctica real, la distribución de fotones podría ser uniforme alrededor del electrodo, pero podría concentrarse en haces enfocados para mejorar la tasa de ionización. En la figura 14C, el cono de anillos concéntricos con reflectores internos, más fuertes bajo cargas compresivas, se usa para crear un volumen donde los fotones estarán contenidos dentro de la región encerrada por el electrodo.

**[0117]** Las figuras 15 y 16 muestran métodos para obtener partículas cargadas para su uso en el motor a reacción de partículas cargadas. Dividimos las partículas cargadas en dos clases, iones positivos y negativos tradicionales y partículas más grandes a las que se les ha dado una carga eléctrica positiva o negativa. Los iones positivos pueden crearse por la absorción de fotones por los electrones unidos del átomo o molécula. Si absorben suficiente energía, el electrón se eliminará completamente del átomo o molécula, lo que dejará al átomo o molécula con una carga neta

positiva. Se pueden crear iones positivos y negativos bombardeando un átomo o molécula con alguna partícula, generalmente un electrón, que es capturado por el átomo o molécula que forma un ion negativo o transfiriendo suficiente energía (24) a un electrón unido al átomo o molécula, de manera que el electrón unido se elimina completamente del átomo o molécula, dejando el átomo o molécula con una carga neta positiva. Las partículas cargadas no iónicas son partículas más grandes que han adquirido una carga positiva o negativa. Esto incluye materiales que se fabrican con una carga positiva o negativa permanente.

**[0118]** La figura 15 muestra varios métodos de uso de ondas electromagnéticas para generar iones directamente cerca de la región de entrada del medio del motor o en estructuras separadas que rodean la periferia exterior del electrodo de aceleración de entrada. Aunque el generador de partículas cargadas de la figura 2B muestra el generador de partículas cargadas como una estructura separada, los métodos mostrados en la figura 15A hasta la figura 15K incorporan el generador de partículas cargadas en los propios electrodos.

**[0119]** Las ondas electromagnéticas pueden ser una forma eficaz de generar iones. Los electrones que rodean los átomos y las moléculas absorben fácilmente los fotones de la radiación electromagnética. Si la energía del fotón es mayor que la energía de ionización de un átomo o molécula, un solo fotón ionizará cada ion o molécula. Ignorando la posibilidad de capturar dos fotones por un solo átomo o molécula, la ionización de fotones individuales será casi un 100 % eficiente. Desafortunadamente para el oxígeno y el nitrógeno, la energía de ionización está en el rango de 15 electrones que corresponde a la radiación ultravioleta de onda muy corta. Las fuentes de luz ultravioleta eficientes de onda corta de alto rendimiento están actualmente en desarrollo, pero aún no están disponibles. Cuando estén disponibles, serán la opción preferida para la generación de iones de ondas electromagnéticas.

**[0120]** La ionización múltiple de fotones es menos eficiente debido a que un solo átomo que ha absorbido uno o más fotones debe absorber los fotones restantes antes de que la energía de los fotones anteriores se irradie lejos. Además, si un átomo no ha absorbido suficientes fotones para ionizarse por completo antes de salir de la región donde existen estos fotones, la energía de los fotones absorbidos se perderá nuevamente.

**[0121]** La forma de maximizar la creación de iones utilizando la cantidad mínima de energía es utilizar el menor número de fotones como sea posible para ionizar cada átomo o molécula. La luz visible requerirá de cinco a ocho fotones para ionizar completamente un átomo de oxígeno o nitrógeno. Esto conduce a algunos de los enfoques que se muestran en la figura 15. En la figura 15A y la figura 15B, los fotones (20) apuntan por delante del motor para que los átomos y las moléculas del medio permanezcan en la región de ionización llena de fotones durante un período de tiempo más largo. En la figura 15C y la figura 15D, los fotones (20) de múltiples anillos (21) están orientados hacia adelante. En la figura 15E y la figura 15F, los fotones (20) se reflejan en el área encerrada por el electrodo (21), pero la longitud del electrodo se incrementa para crear un mayor volumen de ionización. Las figuras 15G a 15J ilustran electrodos estrechos (21) con una región de ionización corta que sería ventajosa cuando se usa ionización de fotones individuales.

**[0122]** Una vez que se crea el ion, el ion y su electrón emitido deben separarse para evitar que se recombinen. Esto se logra fácilmente usando un campo eléctrico para separar el ion y el electrón. En el caso de los fotones (20) apuntados por delante del electrodo de aceleración, los campos eléctricos de la franja llegarán por delante del electrodo y se pueden usar para este propósito como se muestra en la figura 15K, donde el ion es (23), el electrón es (22), el campo eléctrico es (24) y los electrodos de aceleración son (3) y (4).

**[0123]** El problema con la ionización de múltiples fotones es que la intensidad del haz de fotones debe ser alta para que la probabilidad de captura de múltiples fotones sea alta, sin embargo, solo uno de cada varios millones de átomos necesita ser ionizado. Una forma de lidiar con estos requisitos conflictivos es enfocar los fotones en haces estrechos para que la densidad del fotón sea alta en los haces, mientras que solo unos pocos átomos y moléculas están expuestos al haz de fotones. Esto se puede hacer con todos los métodos mostrados en la figura 15A a la figura 15J, enfocando los fotones en estos haces de alta intensidad.

**[0124]** En la figura 15L y la figura 15M, se muestra un ionizador de onda electromagnética que está separado de los electrodos de aceleración. En este método, se utiliza un tubo muy pequeño (25) para contener los fotones y las moléculas. Toda la superficie interior está hecha de un material aislante altamente reflectante y los fotones son admitidos desde la fuente de fotones (21) mediante una abertura o un espejo parcialmente reflectante (26). Una vez en la cavidad, los fotones permanecen atrapados el mayor tiempo posible. Los átomos y las moléculas neutras del medio se introducen a través de pequeñas aberturas en la cámara (28) y (29). La abertura (28) solo es necesaria si los átomos y las moléculas neutras son insuficientes para nadar contra la marea de iones que salen de la abertura (29). Estos átomos y moléculas neutras están siendo constantemente bombardeados por fotones mientras están en la cavidad de fotones formada por los dos espejos (26) y (26a). Una vez que se crea el ion, los electrodos (27), (30) y (31) separan el ion del electrón mediante un pequeño campo eléctrico entre los electrodos (30) y (31) y el electrodo (27). El electrodo (27) recoge los electrones, mientras que los iones se dirigen a través de una pequeña abertura (29). Los electrodos (30) y (31) forman placas de desviación electrostática para barrer los iones a través de un volumen amplio para reducir la densidad de carga espacial lo más rápidamente posible y distribuir los iones uniformemente en toda la región seleccionada.

**[0125]** La figura 15N muestra un corte de un electrodo anular que muestra el generador de iones de las figuras 15L y 15M unido al electrodo y las ranuras a través del electrodo que se utilizan para inyectar los iones en el área rodeada por el electrodo.

5 **[0126]** Aunque el campo eléctrico entre los electrodos (30) y (31) podría aumentarse para disminuir la energía de ionización necesaria para ser suministrada por los fotones, una vez que se crea un ion, un gran campo eléctrico acelerará el ion y el electrón, dándoles más energía de la que se necesita o requiere. El objetivo aquí es crear iones que tengan la menor energía posible.

10 **[0127]** La figura 16 muestra el uso de métodos distintos a la creación de iones electromagnéticos para suministrar los iones requeridos. La figura 16A a la figura 16R generan partículas cargadas ionizando el medio gaseoso o fluido. Si bien la ionización que utiliza radiación electromagnética solo puede crear iones positivos al eliminar los electrones, los métodos que se muestran en la figura 16 se pueden usar para los iones positivos y negativos.

15 **[0128]** La figura 16A a la figura 16D muestran la estructura de ionización de base de "descarga de corona", donde un electrodo de punta afilada (32) se coloca cerca de un segundo electrodo de área grande (33). El electrodo puntiagudo (32) es hueco y tiene un canal (45) que es la única forma en que los átomos y las moléculas del medio pueden entrar en la región entre los dos electrodos. La figura 16B muestra la estructura de la figura 16A con la tensión de descarga de corona aplicada por una fuente de alimentación de alta tensión (8) a los dos electrodos de ionización (32) y (33). La polaridad de la tensión aplicada, el electrodo puntiagudo positivo y el electrodo plano grande negativo, es tal que se crearán iones positivos. La figura 16C y la figura 16D muestran la estructura de la figura 16A con la polaridad de la fuente de alimentación invertida para generar iones negativos.

25 **[0129]** Aunque la diferencia en la generación de iones positivos o negativos por la estructura mostrada es solo la polaridad de la alta tensión aplicada, el mecanismo por el cual se crea un ion es diferente. En el generador de iones negativos, el alto campo eléctrico cerca del electrodo de punta afilada que se muestra en la figura 16H (40) hace que el material emita electrones por el proceso de alta emisión de electrones de campo. Estos electrones liberados pueden luego ser capturados por átomos y moléculas neutras, que dan como resultado iones negativos. Debido a que no se pueden emitir cargas positivas desde el electrodo de punta afilada, el método de ionización es diferente.

30 Cuando un átomo o molécula neutra está cerca del campo eléctrico alto del electrodo afilado de la figura 16H (40), se necesita menos energía para ionizar un átomo o molécula y se logra mediante la absorción de energía de fotones o electrones libres en la vecindad del átomo o molécula neutra. Una vez que se ha eliminado un electrón de un átomo o molécula, el electrón es acelerado por el alto campo eléctrico que se muestra en la figura 16H (40) y, de ese modo, adquiere suficiente energía para golpear los electrones externos de otros átomos y moléculas neutras, lo que resulta en una cascada de electrones de ionización que ionizan los átomos y las moléculas cerca del electrodo puntiagudo.

35 **[0130]** En la figura 16B, el ion positivo (23) ya ha sido creado por la eliminación de un electrón (22) del átomo o molécula. El alto campo eléctrico entre los dos electrodos (32) y (33) separa el ion (23) de su electrón (22) al acelerar el ion y el electrón alejándose entre sí, como se muestra en la trayectoria del ion (47) y la trayectoria del electrón (46). En un ionizador de descarga de corona convencional, no importaría dónde entre los dos electrodos (32) y (33) se creó el ion (23), ya que la energía total obtenida por el ion (23) y el electrón (22) juntos sería la misma independientemente del punto de creación. Si el ion (23) se crea más cerca del electrodo de punta afilada (32), el ion (23) tendrá una mayor participación de la energía a medida que se acelera hacia el electrodo plano (33), mientras que si se crea el ion (23) más cerca del electrodo de placa plana (33), el electrón (22) adquirirá más energía que el ion (23). Si los iones creados (23) deben ser de algún uso, no debe permitirse que entren en contacto con el electrodo de placa plana (33) o ambos serán neutralizados y la energía cinética del ion (23) obtenida del campo entre dos electrodos (32) y (33) se transferirá al electrodo de placa (33) en forma de calor cuando el ion (23) impacte con el electrodo de placa (33).

50 **[0131]** Suponiendo que evitamos que el ion (23) entre en contacto con el electrodo de placa (33), el electrón (22) que se eliminó del átomo o molécula neutra aún podría adquirir una gran cantidad de energía si se crea el ion (23) cerca del electrodo de placa (33). Necesitamos que el electrón (22) adquiriera algo de energía para que se produzca la cascada de electrones mencionada anteriormente, pero debe limitarse a la energía mínima necesaria para mantener la velocidad de ionización deseada. Esa es la razón por la que el medio se introduce de manera controlada en la región de campo más alta que se muestra en la figura 16H (40) más cercana al electrodo puntiagudo (32). De esta manera, aumentamos la probabilidad de que el ion (23) se cree más cerca del electrodo puntiagudo (32), minimizando así la energía del electrón.

60 **[0132]** En el caso del generador de iones negativos que se muestra en la figura 16C y la figura 16D, una vez que se crea el ion, solo hay una partícula única, el ion (23), que será acelerado por el campo eléctrico que se muestra en la figura 16H (40) entre los electrodos (32) y (33). Esto significa que solo tenemos que evitar que el ion golpee el electrodo de placa para evitar la pérdida de energía cinética en cualquiera de los electrodos por colisiones.

65 **[0133]** En la figura 16E, se muestra un método que puede ser utilizado para evitar colisiones de los iones con el electrodo de placa. En esta figura, colocamos un orificio en la placa a través del cual los iones pueden pasar sin

golpear el electrodo de placa. Es importante tener en cuenta que la energía cinética del ion es mayor en el electrodo de placa y, si se permitiera que colisionara con el electrodo de placa, se perdería la energía máxima por ion. El tamaño del orificio necesario dependería de la separación entre los electrodos y el potencial aplicado. Si bien este método evitaría que una gran cantidad de iones golpearan la placa, no evitaría que todos los iones golpearan la placa. Una mejora de este método es colocar un polo de un imán (36) en un lado de la placa (33) y el otro polo (37) en el lado opuesto de la placa (33). El flujo magnético pasaría a través del orificio en la placa como se muestra en la figura 16G. Estas líneas de flujo enfocarían el haz de iones a través del orificio en la placa y agregarían una fuerza adicional para mantener los iones alejados de la placa. En la figura 16E, usamos un imán permanente para generar el campo magnético; mientras que en la figura 16F, usamos un electroimán (38). El imán permanente es más simple y no utiliza energía, mientras que se pueden obtener mayores densidades de flujo del electroimán, lo que resulta en una mayor fuerza de enfoque para un tamaño dado.

**[0134]** Además del electrodo de placa (33), hay un electrodo de desaceleración adicional (35) en el lado del electrodo de placa (33) opuesto al electrodo puntiagudo (32) y separado del electrodo de placa (33) por un aislante (34). Este electrodo (35) se usa para reducir la velocidad de los iones (23) una vez que han pasado a través del orificio en el electrodo de placa (33). El potencial aplicado al electrodo de desaceleración (33) con referencia al electrodo puntiagudo (32) debe ser suficiente para evitar que el ion se detenga y caiga nuevamente sobre el electrodo de placa. Por ejemplo, si el potencial entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de placa (33) es de 10000 voltios y el ion (23) se crea justo en el electrodo puntiagudo (32) de modo que haya adquirido 10000 voltios de electrones de energía, el tiempo que alcanza el electrodo de placa (33), la aplicación de cero voltios entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de desaceleración (35) hará que el ion (23) tenga energía cero cuando alcance el electrodo de desaceleración (35). De esta manera, el potencial aplicado entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de desaceleración (35) establecerá la energía final de los iones (23) que salen del ionizador y no el potencial aplicado entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de placa (33), como sería el caso si utilizáramos los electrodos de aceleración (3) y (4) del reactor de iones para generar los iones (23).

**[0135]** Hay consideraciones adicionales que deben tratarse en el ionizador. Debido a que la energía adquirida por un ion negativo (23) en un generador de iones negativos es independiente del punto de ionización entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de placa (33), si no se pierde energía del ion (23) por colisiones con otras partículas, el potencial aplicado entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de desaceleración (35) puede acercarse a cero voltios. Sin embargo, para el generador de iones positivos, el punto de ionización entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de placa (33) determina la energía final del ion (23) cuando alcanza el electrodo de placa (33). Por esta razón, la propagación de las energías de los iones positivos que salen del ionizador será mayor que la propagación de la energía para los iones negativos.

**[0136]** Debido a que la tensión del electrodo de desaceleración (35) debe configurarse para evitar que la mayoría de los iones (23) vuelvan a caer sobre el electrodo de placa (33), cualquier energía perdida por las colisiones de los iones (23) con otras partículas debe minimizarse para limitar la propagación de las energías de los iones (23) que salen del ionizador. Por esta razón, el número de átomos y moléculas neutras debe limitarse en la región entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de desaceleración (35). Al hacer que el medio entre a través del electrodo puntiagudo (45) de manera controlada, se minimiza el número de átomos y moléculas neutras entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de placa (33). Al establecer el potencial del electrodo de desaceleración (35) en un valor que deja a los iones (23) con una pequeña cantidad de energía en la placa de desaceleración (35), los iones (23) actuarán como una bomba de iones, eliminando los átomos y moléculas neutras de la región entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de desaceleración (35).

**[0137]** La figura 16G muestra una vista en sección transversal del electrodo de placa (33), el electrodo de desaceleración (35), las piezas del polo magnético (36) y (37), el aislante (34) entre el electrodo de placa (33) y el electrodo de desaceleración (35) y el campo magnético (39) producido por las piezas del polo magnético (36) y (37).

**[0138]** La figura 16H muestra una vista en sección transversal del electrodo de placa (33), el electrodo de desaceleración (35), las piezas de polo magnético (36) y (37), el aislante (34) entre el electrodo de placa (33) y electrodo de desaceleración (35), y el campo electrostático de aceleración (40) producido por el potencial aplicado entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de placa (33) y el campo eléctrico de desaceleración (41) producido por el potencial aplicado entre el electrodo de placa (33) y el electrodo de desaceleración (35). La figura 16I muestra una sección transversal más detallada que muestra una línea de campo de aceleración única (40) y una línea de campo de desaceleración única (41). La figura 16J muestra la superposición de una sola línea de campo de aceleración (40), una sola línea de campo de desaceleración (41) y una sola línea de campo magnético (39).

**[0139]** La figura 16K muestra una sección transversal del ionizador completamente cerrado. Todo el conjunto de electrodos se sella del medio mediante la carcasa (42) y (43). El medio entra a través del electrodo puntiagudo hueco (32) a través del tubo (45) y los iones (23) salen a través de la abertura de salida (44). La figura 16L muestra la misma estructura que el ionizador de la figura 16K, pero los electrodos ahora son bidimensionales para aumentar la producción de iones. En lugar de un electrodo puntiagudo (32) ahora es un electrodo de hoja hueca (32) y las otras formas de electrodo ahora son rectangulares con una ranura a través del electrodo de placa (33), el aislante (34) y el electrodo de desaceleración (35). La abertura de salida (44) también se ha cambiado a una ranura. Aunque

electrodos de "punto" unidimensionales y electrodos de "línea" bidimensionales se han mostrado, es obvio que la línea recta bidimensional se puede hacer de cualquier forma bidimensional arbitraria.

5 **[0140]** La figura 16M muestra una estructura alternativa para crear iones (23) utilizando un gran campo electrostático. El principio es el mismo, el campo electrostático se usa para crear los iones (23) y un campo magnético (39) para evitar que los iones (23) golpeen el electrodo de placa (33), mientras que al mismo tiempo se desaceleran por el electrodo de desaceleración (35). En este método, se utiliza un campo magnético (39) perpendicular al campo eléctrico de aceleración para hacer que los iones (23) sigan una trayectoria curva (47), alejándose del electrodo de placa (33). El electrodo de desaceleración ahora tiene forma de embudo para  
10 desacelerar los iones y enfocarlos para que pasen a través de la abertura de salida (44). La figura 16N muestra una vista desde arriba del ionizador para mostrar mejor la trayectoria (47) del ion (23) y la trayectoria (46) del electrón (22). La figura 16O muestra el ionizador dentro de una carcasa para controlar la entrada del medio en el ionizador. La figura 16P muestra la configuración de electrodo de hoja bidimensional equivalente a la figura 16L.

15 **[0141]** La figura 16Q muestra el campo eléctrico de desaceleración (41) entre el electrodo de placa (33) y el electrodo de desaceleración (35). El campo eléctrico (41) que se usa para desacelerar los iones también enfoca los iones en el embudo, ya que el campo eléctrico está en una dirección para alejar los iones del electrodo de desaceleración (35). La figura 16R muestra el campo eléctrico de aceleración (40) y el campo eléctrico de desaceleración (41), donde el electrodo de desaceleración (35) es perpendicular al campo eléctrico de aceleración  
20 (40). El ángulo que el electrodo de desaceleración (35) forma con el campo eléctrico de aceleración (40) se puede variar para cambiar el ángulo entre las regiones de entrada (45) y de salida (44) a medida que surja la necesidad.

25 **[0142]** La figura 16S muestra un rayo láser (48) enfocado en la punta del electrodo puntiagudo para mejorar la creación de iones positivos (23) cerca del electrodo puntiagudo (32) para disminuir el potencial que debe aplicarse entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de placa (33). Al forzar la ionización en la punta del electrodo puntiagudo (32), se reduce la propagación de energía de los iones positivos y la energía perdida por el electrón extraído (22) que se acelera hacia el electrodo puntiagudo (32) también se reduce.

30 **[0143]** En la figura 16T, el electrodo puntiagudo se ha modificado con la adición de una fuente de electrones (50). Para los generadores de iones negativos, la fuente de electrones se puede usar como la fuente de electrones para ser capturados por los átomos y/o moléculas neutras. Para los generadores de iones positivos, los electrones de la fuente de electrones se pueden inyectar en el electrodo puntiagudo con energía suficiente para eliminar los electrones de los átomos neutros y/o las moléculas que crean iones positivos. Estos electrones deben tener suficiente energía para tener suficiente energía restante después de que haya transferido energía al electrón  
35 extraído del átomo o molécula cuando se crea el ion para garantizar que no sea capturado por el ion, por lo que solo intercambiará electrones, pero no creará iones.

40 **[0144]** Uno de los problemas con la mayoría de las fuentes de electrones es que son relativamente ineficaces, ya que son electrones emitidos térmicamente o que se crean con relativamente altas energías cuando se utiliza cátodos fríos o de emisión de campo. Al igual que el campo de desaceleración entre el electrodo de placa y el electrodo de desaceleración usado para recuperar energía de los iones de alta energía (23) en el electrodo de placa (33), un campo de desaceleración también se puede usar para recuperar energía de electrones que se crean con alta energía como un subproducto del proceso de creación. En la figura 16T, tres electrodos, el electrodo de fuente de electrones (50), el electrodo de desaceleración de electrones (53) y el electrodo puntiagudo (32) se usan para  
45 controlar el comportamiento de los electrones suministrados por la fuente de electrones (50). El potencial (49) aplicado entre la fuente de electrones (50) y el electrodo de desaceleración (53) determina la energía de los electrones en el punto de entrada del medio (45) después de ser acelerado por el campo eléctrico (51). El potencial aplicado entre el electrodo de desaceleración de electrones (53) y el electrodo puntiagudo (32) determina la energía electrónica a medida que es acelerada por el campo eléctrico (52) en la región donde los electrones chocan con el  
50 medio para producir los iones. Para la generación de iones negativos, los electrones pueden reducirse hasta el punto donde se maximiza la captura de electrones. Para la generación de iones positivos, la energía se puede establecer en el valor mínimo necesario para extraer electrones del medio sin que se capturen los electrones en colisión. Debe tenerse en cuenta también que el ionizador mejorado con láser de la figura 16S se puede utilizar con el ionizador de generación de electrones de la figura 16T para mejorar la producción de iones positivos con una  
55 distribución de energía mínima y una energía de iones mínima.

60 **[0145]** Todos los ionizadores anteriores ionizan el medio a través del cual viaja el reactor de partículas cargadas. Debido a que la masa de los iones es millones de veces menor que la masa de empuje, es posible utilizar un material que no sea el medio para crear iones. En una aplicación típica, si el reactor de partículas cargadas mueve 25 libras del medio por segundo, utilizará menos de una centésima de libra de material de ionización por hora. Esto abre la puerta a fuentes de iones más eficientes.

65 **[0146]** Si los iones se recirculan, se necesitarán aún menos. La figura 16U muestra el electrodo ionizador puntiagudo (32) alimentado con material ionizante desde un tanque (57) a través de un tubo (56) hasta un collar (55) que contiene un paso (54) alrededor del electrodo ionizador puntiagudo. Si bien el material (59) se muestra como líquido o sólido para mayor claridad, también podría ser un gas. El tanque se llena a través del relleno (58). No se

muestra un tubo de retorno al tanque donde los iones neutralizados del recirculador de iones pueden devolverse al tanque cuando ya no sean necesarios.

5 **[0147]** Se han desarrollado varios materiales que pueden fabricarse con una carga permanente. Generalmente son láminas de policarbonato o nanotubos de carbono. Si estos materiales se fabrican en forma de un polvo muy fino en el que aún conservan su carga, se pueden usar como partículas cargadas para el reactor de partículas cargadas. En este caso, no se requiere ionizador. En la figura 16V, un tanque (57) de estas partículas cargadas (59) se coloca en un tanque donde se pueden mantener mediante el uso de un potencial electrostático en la abertura de salida (29) del tanque. Los electrodos de salida (31) sirven como válvula de salida y como placas de desviación para barrer las partículas cargadas a través de la región donde sea necesario. Si ambas placas de desviación están desviadas con respecto al interior del tanque para producir un campo eléctrico que mantiene las partículas cargadas en el tanque, la variación de ese campo se puede usar para controlar el número de partículas cargadas que se eliminan del tanque. De nuevo, al igual que el medio ionizado de la figura 16U, solo se necesita una pequeña masa de partículas cargadas si son lo suficientemente pequeñas y, con la recirculación, pocas partículas se filtrarán al medio fluido a través del cual se mueve el reactor de partículas cargadas.

20 **[0148]** Cuando se pueden crear iones de baja energía, se abren muchas aplicaciones nuevas que, como el motor a reacción de partículas cargadas, solo tienen sentido cuando la energía de las partículas cargadas es baja. Se pueden usar iones de baja energía para reducir las fuerzas de fricción de los objetos que se mueven en relación con un medio. La figura 17 ilustra esta aplicación.

25 **[0149]** En la figura 17A, una molécula (1) está viajando hacia una pared (7). Cuando choca con la pared en la figura 17B, se detiene y transfiere su energía a la pared. En la figura 17C, la pared rebota y devuelve parte de la energía a la molécula (1), pero como se muestra en la longitud de la flecha en la figura 17D, se pierde algo de energía en la pared, lo que reduce la velocidad de la molécula (1) y calienta la pared (7).

30 **[0150]** Una fina capa de partículas cargadas (23) colocadas entre la molécula y la pared (7) hecha de un material aislante se puede utilizar para proteger la pared (7) de las moléculas (1). Las partículas cargadas (23) se repelen entre sí y cuando una de ellas es golpeada por una molécula neutra (1) en la figura 17F, se mueve hacia las otras partículas cargadas (23). La molécula (1) transfiere su energía a las partículas cargadas (23) que, mediante su movimiento, transfiere la energía de la molécula (1) al campo eléctrico entre las partículas cargadas (23). Al igual que al golpear la pared (7), las partículas cargadas (23) rebotarán y devolverán la energía a cualquier molécula (1) que golpee, como se muestra en la figura 12G. Como se muestra por la longitud de la flecha en la figura 17H, más energía se devuelve a las moléculas (1) debido a las colisiones con las partículas cargadas (23), que son más elásticas. Con menos energía eliminada de las moléculas por colisión, el arrastre se reduce, al igual que el calentamiento de la pared.

40 **[0151]** Aunque las partículas cargadas (23) pueden ser simplemente una capa delgada al lado de la pared (7), las fuerzas electrostáticas entre las partículas cargadas (23) tenderán a dispersar las partículas cargadas (23) que requieren su reemplazo. En las figuras 17I a 17L, un electrodo (4) se coloca en el lado opuesto de la pared (7) y forma un condensador con las partículas cargadas conductoras (23) y el electrodo (4) que forma las placas de un condensador con la pared (7) actuando como el dieléctrico. Un potencial aplicado al electrodo y las partículas cargadas conductoras (23) atraerá las partículas cargadas (23) que las sostienen en la pared (7). Aunque las partículas cargadas (23) se empaquetarán más juntas, seguirán siendo una barrera elástica efectiva para las moléculas (1) del medio. Esto se muestra en las figuras 17I a 17L.

50 **[0152]** La figura 17M muestra una vista en sección ampliada de la región (62) de la figura 17N. El generador de iones es el generador de iones de la figura 11L enrollado alrededor del tubo (7) de la figura 17N. El generador de iones admite el medio a través de la entrada (45) y el electrodo puntiagudo hueco (32). El ion se crea por la alta tensión entre el electrodo puntiagudo (32) y el electrodo de placa (33) separados por soportes aislados (63). Los iones creados pasan a través de un orificio en el electrodo de placa y luego son ralentizados por el electrodo de desaceleración (35). Los iones se dividen y dejan el generador de iones a través de los dos puertos de salida (44). Estos iones se extienden sobre ambas superficies del tubo (7). Incrustado en la pared del tubo hay un electrodo (4) que atrae los iones a ambos lados del tubo. Este escudo de partículas cargadas se puede aplicar fácilmente al motor a reacción de partículas cargadas.

60 **[0153]** Todos los elementos separados del motor a reacción de partículas cargadas se reúnen en la figura 18. La figura 18A es una vista de un motor de partículas cargadas unidireccional completo y autónomo, uno de los muchos diseños posibles. En esta versión del motor, los iones son generados por un generador de iones autónomo cerca del anillo frontal con las tomas de medio para el generador de iones (45) en la parte delantera del motor. La figura 18B es un corte del dispositivo mostrado en la figura 18A. El ionizador rodea el electrodo de entrada (3) y toma aire a través de las aberturas (45) e inyecta los iones creados a través de la abertura (44) justo después del electrodo de entrada (3) dentro del tubo cerrado. Rodeando el tubo del reactor (7) hay una célula de combustible (61) y el combustible para la célula de combustible (60). La fuente de alimentación (8) se encuentra en la parte trasera del motor. Esta unidad autónoma forma un motor a reacción de partículas con carga completa.

65

- 5 **[0154]** El motor que se muestra en la figura 18C a la figura 18E es un motor a reacción bidireccional de partículas cargadas que integra el generador de iones de descarga de corona de la figura 11L con los electrodos (32), (33) y (35) situados radialmente detrás de cada uno de los anillos (62). El generador de iones se muestra en detalle en la figura 18C. Esta unidad obtiene su energía desde una fuente externa, aunque también podría usar la misma fuente de energía autocontenida que se muestra en la figura 18A y la figura 18B.
- 10 **[0155]** Todo esto conduce a la gran cantidad de aplicaciones que se muestran en la figura 19 a la figura 21. La figura 19 ilustra muchos usos terrestres para el motor a reacción de partículas cargadas. La figura 19A y la figura 19B muestran una carga (66) suspendida debajo de cuatro de los motores a reacción de partículas cargadas modulares independientes (64) de la figura 19 mediante cables (65). En esta aplicación, los motores de partículas cargadas pueden ocupar el lugar de montacargas, grúas de construcción, transportadores de registro y otras aplicaciones donde se debe elevar o mover una carga. Con el uso de empuje vectorial, estos elevadores no solo pueden elevar la carga, sino que pueden mover la carga en cualquier dirección. El elevador de la figura 19A agrupa los motores de modo que, si uno falla, los otros pueden compensar la pérdida del motor. El elevador en la figura 19B tiene los motores movidos a las esquinas de la plataforma elevadora (67) para que el aire acelerado de los motores (64) no impacte en la plataforma (67) y la plataforma (67) se pueda nivelar automáticamente controlando el empuje de los cuatro motores.
- 20 **[0156]** El Omnijet de la figura 19C es un vehículo con múltiples electrodos para proporcionar empuje vectorizado en cualquier dirección y cuando se opera en tierra cerca de la planta puede funcionar como un vehículo de efectos de tierra para reducir los requisitos de empuje.
- 25 **[0157]** La figura 19D es un ventilador simple que usa el reactor de partículas cargadas. Su simplicidad, eficiencia, peso ligero y falta de piezas móviles, hace que sea un ventilador muy económico.
- 30 **[0158]** La figura 19E, que no muestra los tubos de alimentación, es un compresor simple que utiliza el reactor de partículas cargadas.
- 35 **[0159]** La figura 19F muestra el uso de un reactor de partículas cargadas planas para construir un monopatín flotante. De nuevo, el empuje vectorial y/o el peso corporal cambiante pueden usarse para proporcionar movimiento en cualquier dirección.
- 40 **[0160]** La figura 19G es una versión dedicada de un vehículo de efecto suelo. Los dos reactores de partículas cargadas orientados hacia abajo proporcionan el aire de efecto suelo, mientras que el reactor de partículas cargadas en la parte posterior proporciona empuje hacia adelante y hacia atrás. El control direccional puede obtenerse nuevamente mediante empuje vectorial.
- 45 **[0161]** La figura 19H es un automóvil convencional reconvertido con un motor a reacción de partículas cargadas. El motor se coloca debajo de la bandeja del suelo con una gran admisión y escape. La figura 19I muestra un automóvil que ha sido diseñado específicamente para un motor de partículas cargadas. El automóvil está diseñado para maximizar la masa de aire movida para maximizar la eficiencia. Se podría incorporar empuje vectorial para mejorar la gestión de la carretera y la suavidad del viaje.
- 50 **[0162]** La figura 19J y la figura 19K muestran el uso de un motor a reacción de partículas cargadas como una máquina de efecto de tierra restringida en su movimiento por una pista (69). En la figura 19K, los dos electrodos de partículas cargadas (3) y (4) proporcionan empuje hacia adelante y hacia atrás. La figura 19J muestra un corte en sección que muestra un segundo conjunto de electrodos (3) y (4) para forzar el aire debajo del vehículo para proporcionar un amortiguador de efecto suelo. Las pistas (69) podrían estar hechas de cualquier material barato que pueda extrudirse a lo largo de la trayectoria deseada. La figura 19L muestra el vehículo (68) de la figura 19K operando en un tubo cerrado (70). Esto aumentaría la eficiencia y podría usarse como un metro bajo tierra o como un monorraíl suspendido sobre la tierra. La figura 19M muestra el vehículo (68) de la figura 19K operado verticalmente como un elevador restringido en su movimiento por un árbol (71) a través del cual viaja.
- 55 **[0163]** La figura 20 muestra muchas aplicaciones basadas en agua del motor a reacción de partículas cargadas. Aunque la fuente de iones para el motor puede diferir de los motores basados en aire, los principios son los mismos. Debido a que ahora estamos tratando con un líquido mucho más denso, se pueden usar dispositivos más pequeños para un empuje y eficiencia dados.
- 60 **[0164]** La figura 20A muestra el monopatín de la figura 19F que ciertamente se puede usar sobre el agua. Puede usar el aire como un separador sobre el agua o podría desplazarse en la superficie como una tabla de surf autopropulsada. Nuevamente, el empuje vectorial y/o el peso corporal cambiante se pueden usar para dirigir y mantener la entrada de la tabla justo debajo de la superficie del agua.
- 65 **[0165]** La figura 20B es una bomba de agua simple que es, de nuevo, simple, liviana, eficiente y sin partes móviles.
- [0166]** La figura 20C es la máquina de efecto suelo de la figura 20G, que opera sobre el agua. Al igual que las



máquinas de efecto suelo actuales, el vehículo de efecto suelo de reactor de partículas cargadas funcionaría igualmente bien en tierra y agua, ya que usaría aire tanto para la elevación como para la propulsión. La figura 20D y la figura 20E muestran barcos convencionales propulsados por motores a reacción de partículas cargadas (64). La figura 20D muestra un interior donde los reactores pasan por el casco para minimizar el calado del barco. La figura 20E muestra un fueraborda (64) en la popa del barco. Tanto el empuje vectorial como la rotación del motor pueden usarse para la dirección.

**[0167]** La figura 20F muestra un flotador o muelle que se mantiene a flote mediante reactores de partículas cargadas (64). Debido a la mayor densidad del agua en comparación con el aire, se puede obtener un mayor empuje usando mucha menos energía de la que se necesitaría si se utilizara aire. Una ventaja del uso de reactores de partículas cargadas (64) para hacer flotar una plataforma (67) es que se pueden usar para mantener el nivel de la plataforma a medida que la carga se desplaza en la plataforma (67) y se balancea con las olas. Los reactores de partículas cargadas no tienen que suministrar toda la flotabilidad y, de hecho, solo pueden ser estabilizadores en una plataforma flotante convencional.

**[0168]** La figura 20G muestra el Omnijet que se puede usar tanto en el agua como debajo de la misma, si está diseñado. Aunque es posible que los generadores de iones deban modificarse para el uso del medio dual, los principios son nuevamente los mismos.

**[0169]** La figura 20H muestra un reactor de partículas cargadas (64) unidas a las botas de una persona que puede impulsar a la persona por encima, a través o por debajo del agua. El control activo de la magnitud y la dirección del empuje puede proporcionar estabilidad dinámica sin otros mecanismos complejos.

**[0170]** La figura 20I muestra un torpedo con la carga útil aerodinámica (72) por delante del motor a reacción de partículas cargadas (64). Debido a la simplicidad, el peso ligero y la eficiencia, la velocidad, el rango y la carga útil deben ser mucho mayores que los dispositivos actuales.

**[0171]** La figura 20J muestra un reactor de partículas cargadas (64) utilizado como un dispositivo de propulsión personal para un buzo.

**[0172]** La figura 20K muestra un submarino construido alrededor de reactores de partículas cargadas para propulsión. Los electrodos múltiples (3, 4) se utilizan para proporcionar empuje vectorial en todas las direcciones.

**[0173]** La figura 20L y la figura 20M son los elevadores de la figura 19A y la figura 19B que se pueden usar para elevar varios objetos desde el fondo marino.

**[0174]** La figura 21 muestra varios usos del motor a reacción de partículas cargadas en las aplicaciones atmosféricas y espaciales. La figura 21A muestra un vehículo para usar en altitudes muy altas, donde la densidad del aire es muy baja. Los anillos de reactor de área grande ayudan a mantener una eficiencia relativamente alta en niveles de empuje útiles. En altitudes de 50 millas (80,46 km) o más, los anillos de 100 pies (3,04 m) de diámetro pueden producir 5000 libras (22241 N) de empuje usando menos de 100 kilovatios. A 100 millas (160,93 km), estos mismos anillos pueden producir las mismas 5000 libras (22241 N) de empuje usando solo un megavatio de potencia. Los anillos de 200 pies (6,08 m) reducen la energía necesaria para producir 5000 libras (22241 N) de empuje a 360 kilovatios.

**[0175]** En órbitas terrestres cercanas, el medio a través del cual el vehículo pasa todavía contiene una pequeña densidad de las partículas. El mecanismo que se muestra en la figura 21B se puede usar para concentrar estas partículas para aumentar la eficiencia de empuje. Este enfoque también se puede utilizar en la atmósfera para aumentar la densidad del aire que entra en el reactor. Si bien en teoría, el tamaño de los anillos se puede aumentar simplemente para compensar la densidad del aire, finalmente, el peso y la fuerza se convierten en factores limitantes en el tamaño de los anillos. Además, el uso de la misma intensidad de campo eléctrico para diferentes densidades medias no es muy eficiente. En la figura 21B, el gran par de anillos (3A) y (4A) forman un motor a reacción de partículas cargadas. Estos anillos son estructuras flexibles y livianas que se pueden contener dentro del vehículo real y desplegar cuando sea necesario para una mayor eficiencia. Estos anillos grandes cuando se despliegan están unidos al vehículo mediante cables largos y flexibles (73), que también pasan la potencia a estos anillos. Estos anillos de "colección" solo se requieren para suministrar el pequeño empuje necesario para mantener estos anillos por delante del vehículo y para mantener los cables flexibles (73) tensos. Los iones que se utilizan para suministrar este empuje se usan para dirigir la mayor parte posible del medio a la entrada (3B) del reactor de partículas cargadas principal (3B) y (4B).

**[0176]** En la figura 21C, mostramos una aeronave de tipo SR71 convencional adaptada con motores a reacción de partículas cargadas (64). A diferencia de los motores a reacción convencionales, la velocidad de escape de los motores a reacción de partículas cargadas puede ser mucho mayor que la velocidad de escape de los motores a reacción química o de cohetes.

[0177] En la figura 21D, se muestra una aeronave diseñada específicamente para los motores a reacción de iones (64). Debido a que el número de iones necesarios aumenta con la velocidad y el área de entrada del reactor de partículas cargadas, este avión usa motores de longitud variable (74) para reducir el número de iones necesarios a altas velocidades.

5 [0178] La figura 21E muestra un dirigible convencional actualizado con motores de partículas cargadas (64). Estos motores deberían producir un empuje mucho mayor para un peso del motor dado.

10 [0179] La figura 21F es un nuevo diseño de dirigible que puede producir empuje en cualquier dirección. Esto puede ayudar a estabilizar el dirigible en tiempo racheado.

15 [0180] La figura 21G muestra reactores de partículas cargadas reconvertidas a un avión de carga de gran capacidad. Aunque los grandes requisitos de energía pueden hacer que el desarrollo de elevadores pesados sea más lento que las aplicaciones de peso más ligero, con el tiempo, se desarrollarán estas fuentes de alta potencia.

[0181] La figura 21H es un nuevo diseño para una aeronave de aviación general basada en motores a reacción de partículas cargadas. Debido al peso ligero del motor a reacción de partículas cargadas, ahora debería ser posible un pequeño avión personal ligero a un coste razonable.

20 [0182] La figura 21I es el mismo traje volador personal que se muestra en la figura 20H. Los motores a reacción de partículas cargadas unidos a las botas le darán a la persona la sensación de simplemente pararse en el suelo, ya que la fuerza de empuje simplemente será a través de los pies. Los pequeños reactores de partículas con carga auxiliar unidos a las manos brindan mayor control y estabilidad. El control activo de la magnitud y la dirección del empuje puede proporcionar estabilidad dinámica sin otros mecanismos complejos.

25 [0183] La figura 21J es un motor a reacción de partículas cargadas de gran área que se puede usar como una plataforma de vigilancia con energía solar que podría permanecer en el aire durante semanas a la vez.

30 [0184] La figura 21K es una variación del traje volador en el que los reactores de iones están unidos a los costados de la persona. Esta configuración es más estable, pero probablemente no sea tan cómoda.

[0185] La figura 21L es una vez más el Omnijet que puede usarse en tierra, mar y aire.

35 [0186] La figura 21M final es un misil guiado. Al igual que el torpedo, es simplemente una ojiva (72) con control electrónico conectado a un reactor de partículas cargadas (64). El misil de reactor de partículas cargadas debe ser inigualable tanto en velocidad como en rango debido al peso ligero del motor a reacción de partículas cargadas y su eficiencia mucho mayor sobre cohetes y reactores químicos.

40 [0187] De acuerdo con las diversas realizaciones de la invención descritas en este documento, la presente invención proporciona algunas realizaciones preferidas descritas en la siguiente lista:

1. Un dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas, que comprende:

45 una pluralidad de electrodos conectados a al menos una fuente de energía eléctrica;  
 estando al menos uno de dichos electrodos, cuando está sumergido en un medio gaseoso, configurado para permitir que el medio pase a través o alrededor del mismo;  
 en el que el tamaño, la forma y la posición de los electrodos en el medio crean diferentes regiones del medio utilizado por el dispositivo;  
 50 partículas cargadas de baja energía introducidas en cualquier punto de dicho medio o  
 separadas de otras partículas cargadas que ya están en el medio, de manera que la mayoría de las partículas cargadas en una región son de una polaridad;  
 en el que estas partículas cargadas se aceleran mediante uno o más campos eléctricos producidos por las diferencias de potencial entre los electrodos;  
 55 en el que las partículas cargadas aceleradas viajan una distancia suficiente en el medio, de modo que el número de colisiones de dichas partículas cargadas aceleradas con átomos y/o moléculas del medio resulten en la transferencia de energía e impulso de las partículas cargadas a los átomos o moléculas neutras;  
 en el que la masa total de los átomos y/o las moléculas neutras que colisionan con las partículas cargadas excede la masa total de las partículas cargadas;  
 60 en el que la energía y el impulso de los átomos neutros y/o moléculas que han colisionado con las partículas cargadas aceleradas excede la masa, la energía y el impulso de las partículas cargadas aceleradas después de abandonar la región del dispositivo donde se aceleraron las partículas cargadas;  
 en el que todos los electrodos donde las partículas cargadas se neutralizan después de alcanzar y/o pasar a través de o alrededor de dichos electrodos se definen como electrodos de salida; y  
 65 en el que las partículas cargadas no son creadas por ionización de alta tensión debido a los campos eléctricos de cualquiera de los electrodos de salida.

2. Un dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas, que comprende:

una pluralidad de electrodos conectados a al menos una fuente de energía eléctrica;  
 estando al menos uno de dichos electrodos, cuando está sumergido en un medio gaseoso, configurado para  
 5 permitir que el medio pase a través o alrededor del mismo;  
 en el que el tamaño, la forma y la posición de los electrodos en el medio crean diferentes regiones del medio  
 utilizado por el dispositivo;  
 partículas cargadas de baja energía introducidas en cualquier punto de dicho medio o separadas de otras  
 10 partículas cargadas que ya están en el medio, de modo que la mayoría de las partículas cargadas en una región  
 son de una polaridad;  
 en el que estas partículas cargadas se aceleran mediante uno o más campos eléctricos producidos por las  
 diferencias de potencial entre los electrodos;  
 en el que las partículas cargadas aceleradas viajan una distancia suficiente en el medio, de modo que el número  
 de colisiones de dichas partículas cargadas aceleradas con átomos y/o moléculas del medio resulten en la  
 15 transferencia de energía e impulso de las partículas cargadas a los átomos o moléculas neutras;  
 en el que la masa total de los átomos y/o las moléculas neutras que colisionan con las partículas cargadas  
 excede la masa total de las partículas cargadas;  
 en el que la energía y el impulso de los átomos neutros y/o moléculas que han colisionado con las partículas  
 20 cargadas aceleradas excede la masa, la energía y el impulso de las partículas cargadas aceleradas después de  
 abandonar la región del dispositivo donde se aceleraron las partículas cargadas; y  
 en el que las partículas cargadas no son creadas por ionización de alta tensión debido a los campos eléctricos de  
 cualquiera de los electrodos de aceleración.

3. El motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que uno o más de los electrodos encierran un  
 25 área y el área encerrada por uno o más electrodos es variable.

4. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que uno o más de los  
 electrodos neutraliza algunas o todas las partículas cargadas que pasan a través o alrededor del electrodo.

5. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que los electrodos se  
 30 mantienen juntos y se soportan en al menos una estructura aislada de al menos un electrodo y en el que dicha  
 estructura tiene la resistencia suficiente para soportar las fuerzas mecánicas y electrostáticas colocadas sobre la  
 misma y sobre cualquier material o estructura unida a la misma.

6. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 5, en el que cada una de dichas  
 35 estructuras es rígida.

7. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 5, en el que las estructuras son  
 40 ajustables, de modo que tanto la separación como la orientación de los electrodos entre sí pueden ajustarse.

8. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 5, en el que al menos una de las  
 estructuras que soportan los electrodos comprende una primera estructura y además comprende una segunda  
 estructura de resistencia suficiente para soportar cualquier fuerza mecánica y electrostática colocada sobre la misma  
 y sobre cualquier material o estructura unida a la misma, y en el que se proporcionan medios para transferir el  
 45 empuje, el impulso, la energía y el movimiento de la primera estructura a la segunda estructura.

9. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que al menos una de las  
 estructuras a través de las cuales el medio no puede fluir se usa para controlar y dirigir el flujo del medio.

10. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que al menos dos de los  
 50 electrodos establecen un campo eléctrico y en el que se proporcionan medios para reducir la carga espacial axial  
 generada por el campo eléctrico producido cuando las cargas están entre los electrodos.

11. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 10, en el que el campo eléctrico  
 55 generado por la carga espacial axial se reduce por un campo eléctrico no uniforme perpendicular al campo eléctrico  
 generado por la carga espacial axial.

12. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 10, en el que el campo eléctrico  
 60 generado por la carga espacial axial se reduce por una densidad de carga no uniforme.

13. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, que comprende además electrodos  
 adicionales en el que estos electrodos reducen la carga espacial axial generada por el campo eléctrico.

14. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 10, en el que el campo eléctrico  
 65 generado por la carga espacial axial se reduce mediante canales aislados de partículas cargadas axiales.

- 5 15. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 10, en el que el campo eléctrico generado por la carga espacial axial se reduce en al menos una región productora de empuje axial en el que las partículas cargadas son de una polaridad en la que la carga espacial generada por los campos eléctricos de al menos una de las regiones puede realizarse para cancelar parcial o totalmente los campos eléctricos generados por la carga espacial de al menos una de las regiones.
- 10 16. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 15, en el que el campo eléctrico generado por la carga espacial axial se reduce en al menos una región productora de empuje axial en el que las partículas cargadas son de una polaridad en la que la carga espacial generada por los campos eléctricos de al menos una de las regiones puede realizarse para cancelar parcial o totalmente los campos eléctricos generados por la carga espacial de al menos una de las regiones, y donde las regiones son coaxiales.
- 15 17. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que un flujo de corriente limitada de carga espacial se genera por el flujo de partículas cargadas y en el que el flujo de corriente limitada de carga espacial se incrementa mediante el uso de una corriente de difusión.
- 20 18. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que se recupera parte de la energía termodinámica aleatoria de la masa de reacción.
- 25 19. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1 en el que el dispositivo, cuando está funcionando, comprende una masa de reacción que tiene una energía termodinámica aleatoria y en el que la energía termodinámica aleatoria de la masa de reacción se convierte en empuje adicional.
- 30 20. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que el dispositivo comprende regiones productoras de empuje y en el que las regiones productoras de empuje están segmentadas para crear un empuje adicional.
- 35 21. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 20, en el que se usan electrodos adicionales para segmentar las regiones productoras de empuje para crear un empuje adicional y en el que cada electrodo siguiente opera a un potencial más alto que el anterior.
- 40 22. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, que comprende además un segundo motor a reacción de partículas cargadas, en el que se permite que la salida del medio neutralizado de un motor a reacción de partículas cargadas fluya hacia la entrada de un segundo motor a reacción de partículas cargadas formando un par en tándem de motores a reacción de partículas cargadas.
- 45 23. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que las partículas cargadas se neutralizan cuando ya no son necesarias.
- 50 24. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, que comprende además un recirculador de iones para recircular partículas cargadas de una región en la que las partículas cargadas ya no son de uso a una región en la que se pueden usar de nuevo.
- 55 25. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 24, mediante el cual la carga en las partículas cargadas se usa para separar las partículas cargadas de las partículas neutras del medio.
- 60 26. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que se proporcionan medios para aumentar el flujo de masa del medio en alguna región del dispositivo.
- 65 27. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que la densidad media aumenta dentro de una o más regiones del dispositivo.
28. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que la trayectoria de las partículas cargadas se altera para cambiar la dirección de la aceleración de partículas, produciendo así un empuje vectorial.
29. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que la trayectoria de las partículas neutras se altera, produciendo así un empuje vectorial.
30. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1 que comprende un generador de partículas cargadas en el que las partículas cargadas se inyectan en una o más regiones desde el generador de partículas cargadas.
31. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 30, en el que el generador de partículas cargadas es un generador de iones.

32. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que al menos dos de los electrodos comprenden un generador de iones y en el que las partículas cargadas se introducen en una o más regiones es por ionización directa de átomos y/o moléculas del medio en la región.
- 5 33. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que las partículas cargadas existen en el medio y se separan en una o más regiones del dispositivo.
34. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que las partículas cargadas son partículas cargadas estáticamente.
- 10 35. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que la cantidad de empuje está controlada por la cantidad de energía transferida a las partículas cargadas.
- 15 36. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 35, en el que la cantidad de energía transferida a las partículas cargadas se controla mediante la fuerza del campo eléctrico entre los electrodos de aceleración.
- 20 37. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 35, en el que la cantidad de energía transferida a las partículas cargadas se controla mediante el número de partículas cargadas aceleradas por el campo eléctrico entre los electrodos de aceleración.
- 25 38. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, en el que la cantidad de empuje está controlada por la cantidad del medio que se acelera.
- 30 39. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 38, en el que la cantidad del medio que se acelera se controla mediante la distribución de partículas cargadas en la región entre los electrodos de aceleración.
- 40 40. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 1, que comprende un generador de iones, una sección de aceleración de iones, una fuente de alimentación y un sistema electrónico de control.
- 35 41. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la realización 40, en el que uno o más de un generador de iones, una sección de aceleración de iones, una fuente de energía, una fuente de alimentación y/o un sistema electrónico de control están integrados en la estructura del dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas.
- 40 42. Un método para producir una o más fuerzas sobre cualquier objeto estacionario o en movimiento, que comprende la conexión operativa de uno o más motores a reacción de partículas cargadas de la realización 1 al objeto.
- 45 43. El método de la realización 42, en el que se define un conjunto local de eje ortogonal para fijar la orientación del objeto en el espacio donde el eje horizontal primario está en la dirección de la mayor dirección de movimiento del objeto, el eje vertical es perpendicular a este primer eje, y el eje horizontal secundario es perpendicular a los otros dos ejes, y en el que se define un segundo conjunto global ortogonal de eje para fijar la posición y la orientación del objeto en el espacio y en el que, si existe una gravedad significativa en la posición del objeto, el eje vertical global está en la dirección de la fuerza de la gravedad y los otros dos ejes horizontales globales son perpendiculares a este eje vertical y entre sí.
- 50 44. El método de la realización 42, en el que una o más de las fuerzas se obtienen directamente desde uno o más motores a reacción de partículas cargadas alineados con la dirección deseada de las fuerzas.
- 55 45. El método de la realización 42, en el que una o más de las fuerzas se obtienen directamente desde uno o más motores a reacción de partículas cargadas orientados en cualquier dirección en la que el empuje vectorial proporciona la dirección deseada de las fuerzas.
- 60 46. El método de la realización 42, en el que una o más de las fuerzas son fuerzas dinámicas fluidas creadas por el movimiento del dispositivo a través del medio.
- 65 47. El método de la realización 42, en el que la magnitud de una o más de las fuerzas en el dispositivo es variable.
48. El método de la realización 42, en el que la dirección de una o más de las fuerzas en el dispositivo es variable.
49. El método de la realización 48, en el que la dirección de las fuerzas en el dispositivo se varía controlando la dirección de empuje de uno o más motores a reacción de partículas cargadas y la dirección de empuje del uno o más motores a reacción de partículas cargadas se controla mediante el uso de empuje vectorizado.

50. El método de la realización 42, en el que se proporcionan uno o más medios para modificar uno o más parámetros de posición, orientación, aceleración y/o velocidad del objeto.
- 5 51. El método de la realización 50, en el que los medios para modificar el parámetro son aplicar una o más fuerzas sobre el objeto.
52. El método de la realización 50, en el que los medios para modificar el parámetro son modificar una o más fuerzas sobre el objeto.
- 10 53. El método de la realización 42, que comprende además al menos un objeto adicional y en el que se proporcionan uno o más medios para modificar la separación entre los dos o más objetos.
54. El método de la realización 42, que comprende además al menos un objeto adicional y en el que se proporcionan uno o más medios para modificar la velocidad relativa entre dos o más objetos.
- 15 55. El método de la realización 42, que comprende además unir el objeto a una persona.
56. El método de la realización 42, en el que dicho objeto está restringido en su movimiento por algún medio.
- 20 57. El método de la realización 56, que comprende además restringir dicho objeto a una trayectoria controlada por un medio de control.
58. El método de la realización 42, en el que dicha trayectoria está definida por una línea entre la ubicación actual del objeto y un punto en el espacio.
- 25 59. El método de la realización 58, en el que dicho punto es un punto final en una trayectoria y dicho punto final es un punto objetivo.
60. El método de la realización 59, que comprende además proporcionar un medio para afectar a un segundo objeto ubicado en el punto objetivo.
- 30 61. El objeto de la realización 59, en el que se proporcionan uno o más métodos para afectar al objeto en el punto objetivo al destruirlo.
- 35 62. El método de la realización 60, que comprende además alterar la posición del objeto en el punto objetivo.
63. El método de la realización 61, en el que la etapa de alterar la posición del objeto en el punto objetivo comprende unir el primer objeto al segundo objeto y luego usar las fuerzas aplicadas al primer objeto para mover ambos objetos.
- 40 64. El método de la realización 42, que comprende además unir el objeto a al menos un objeto adicional y en el que dichos objetos tienen todos la misma restricción.
65. El método de la realización 64, que comprende además controlar la separación entre cada objeto.
- 45 66. Un método para generar empuje en un motor a reacción de partículas cargadas que opera en un medio gaseoso, que comprende:
- 50 proporcionar al menos dos primeros electrodos para ionizar partículas en el medio;  
proporcionar un primer potencial electrostático entre dos de los primeros electrodos de generación de iones para crear partículas cargadas en el medio;  
proporcionar al menos uno o más electrodos secundarios para acelerar los iones generados por los primeros electrodos;  
proporcionar un segundo potencial electrostático diferente entre dos de los electrodos de aceleración; y  
55 controlar la tensión de aceleración independientemente de la tensión utilizada para la generación de iones.
67. El método de la realización 66, en el que las partículas cargadas que producen empuje generan un campo eléctrico inverso que se opone al campo eléctrico de aceleración aplicado generado por los segundos electrodos, comprendiendo además el método:  
60 alterar el campo eléctrico radial para mejorar el campo eléctrico radial y reducir así la intensidad del campo axial inverso.
68. El método de la realización 66, en el que las partículas cargadas que producen empuje generan un campo eléctrico inverso que se opone al campo eléctrico de aceleración aplicado generado por los segundos electrodos, comprendiendo además el método:  
65 alterar el campo eléctrico angular para mejorar el campo eléctrico angular y para reducir la intensidad del campo eléctrico axial inverso.

69. El método de la realización 66, en el que las partículas cargadas que producen empuje generan un campo eléctrico inverso que se opone al campo eléctrico de aceleración aplicado generado por los segundos electrodos, comprendiendo además el método:

- 5 incrustar regiones portadoras de corriente entre los electrodos de aceleración, generando las regiones portadoras de corriente partículas de carga opuesta, cuya carga espacial genera un campo eléctrico que se opone o neutraliza el campo eléctrico inverso de las partículas que producen empuje.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas, que comprende:

5 una pluralidad de electrodos conectados a al menos una fuente de energía eléctrica;  
 estando al menos uno de dichos electrodos (3, 4), cuando está sumergido en un medio gaseoso, configurado  
 para permitir que el medio pase a través o alrededor del mismo;  
 en el que el tamaño, la forma y la posición de los electrodos (3, 4) en el medio crean diferentes regiones del  
 medio utilizado por el dispositivo;  
 10 partículas cargadas de baja energía introducidas en cualquier punto de dicho medio o  
 separadas de otras partículas cargadas que ya están en el medio, de manera que la mayoría de las partículas  
 cargadas en una región son de una polaridad;  
 en el que estas partículas cargadas se aceleran mediante uno o más campos eléctricos producidos por las  
 diferencias de potencial entre los electrodos;  
 15 en el que las partículas cargadas aceleradas viajan una distancia en el medio, de modo que el número de  
 colisiones de dichas partículas cargadas aceleradas con átomos y/o moléculas del medio resulten en la  
 transferencia de energía e impulso de las partículas cargadas a los átomos o moléculas neutras;  
 en el que la masa total de los átomos y/o las moléculas neutras que colisionan con las partículas cargadas  
 excede la masa total de las partículas cargadas;  
 20 en el que la energía y el impulso de los átomos neutros y/o moléculas que han colisionado con las partículas  
 cargadas aceleradas excede la energía y el impulso de las partículas cargadas aceleradas después de  
 abandonar la región del dispositivo donde se aceleraron las partículas cargadas;  
 en el que todos los electrodos donde las partículas cargadas se neutralizan después de alcanzar y/o pasar a  
 través de o alrededor de dichos electrodos se definen como electrodos de salida; y  
 25 en el que al menos dos de los electrodos establecen un campo eléctrico y  
**caracterizado por que** se proporcionan medios para reducir la carga espacial axial generada por el campo  
 eléctrico producido cuando las cargas están entre los electrodos.

2. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la reivindicación 1, en el que se proporcionan  
 30 electrodos adicionales ubicados entre los electrodos de aceleración (3, 4) para crear un campo eléctrico radial y/o  
 angular, en el que estos electrodos adicionales son los medios para reducir el campo eléctrico generado de carga  
 espacial axial.

3. El dispositivo motor a reacción de partículas cargadas de la reivindicación 1  
 35 en el que el campo eléctrico generado por la carga espacial axial se reduce por un campo eléctrico no uniforme  
 perpendicular al campo eléctrico generado por la carga espacial axial.

4. El dispositivo motor de inyección de partículas cargadas de la reivindicación 1  
 en el que el campo eléctrico generado por la carga espacial axial se reduce por una densidad de carga no uniforme.

40 5. El dispositivo motor de inyección de partículas cargadas de la reivindicación 1  
 en el que el campo eléctrico generado por la carga espacial axial se reduce mediante canales aislados de partículas  
 cargadas axiales.

45 6. El dispositivo motor a reacción de partículas cargadas de la reivindicación 1  
 en el que el campo eléctrico generado por la carga espacial axial se reduce en al menos una región productora de  
 empuje axial en el que las partículas cargadas son de una polaridad en la que la carga espacial generada por los  
 campos eléctricos de al menos una de las regiones puede realizarse para cancelar parcial o totalmente los campos  
 eléctricos generados por la carga espacial de al menos una de las regiones.

50 7. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la reivindicación 6, en el que el campo eléctrico  
 generado por la carga espacial axial se reduce en al menos una región productora de empuje axial en el que las  
 partículas cargadas son de una polaridad en la que la carga espacial generada por los campos eléctricos de al  
 menos una de las regiones puede realizarse para cancelar parcial o totalmente los campos eléctricos generados por  
 la carga espacial de al menos una de las regiones, y donde las regiones son coaxiales.

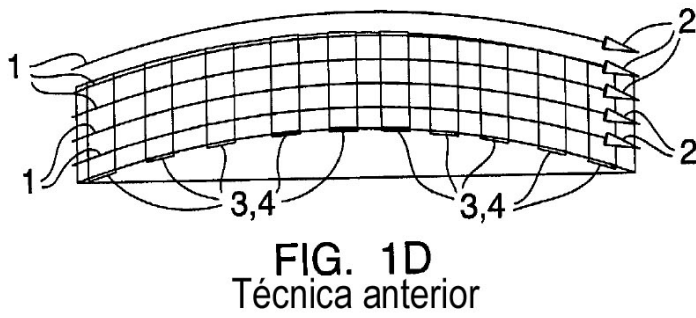
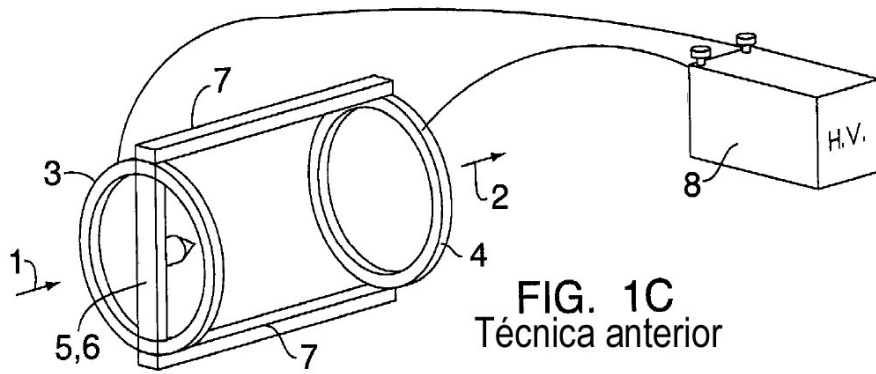
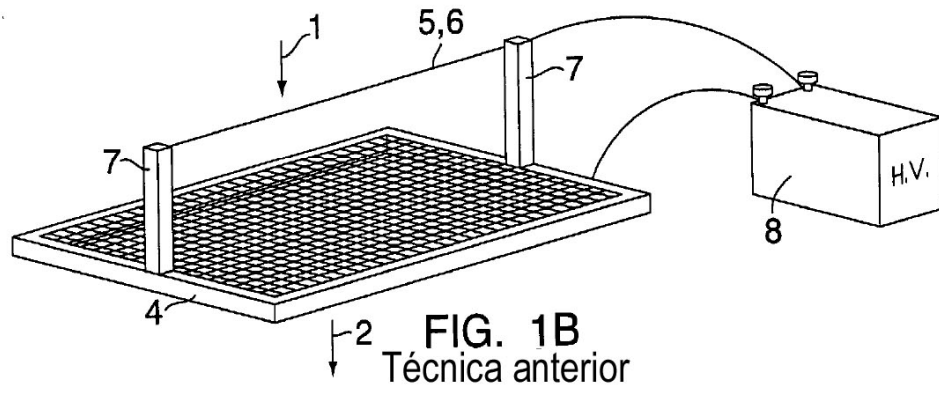
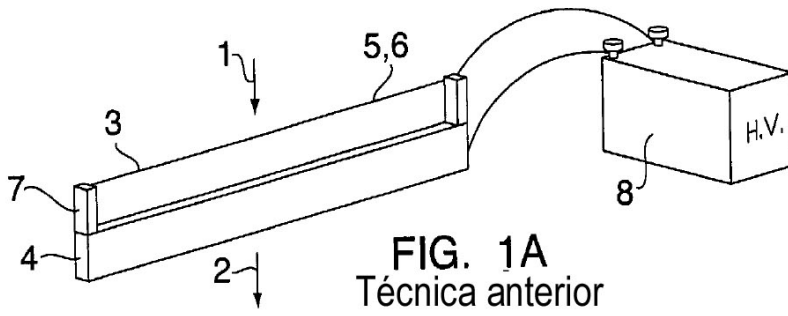
55 8. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la reivindicación 1, en el que el dispositivo  
 comprende regiones productoras de empuje y en el que las regiones productoras de empuje están segmentadas  
 para crear un empuje adicional.

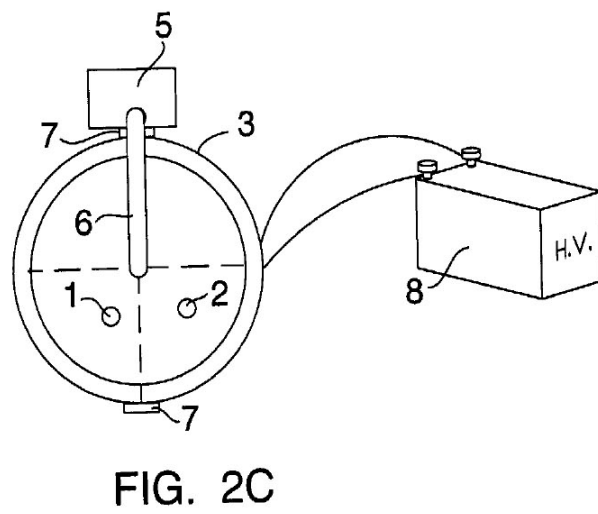
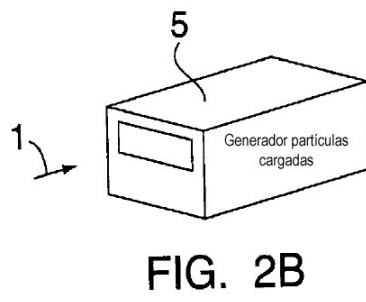
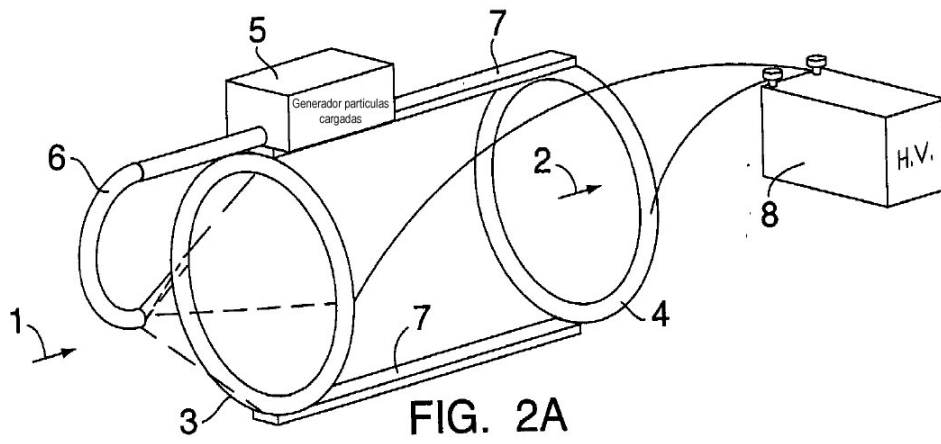
60 9. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la reivindicación 8, en el que se usan electrodos  
 adicionales para segmentar las regiones productoras de empuje para crear un empuje adicional y en el que cada  
 electrodo siguiente opera a un potencial más alto que el anterior.

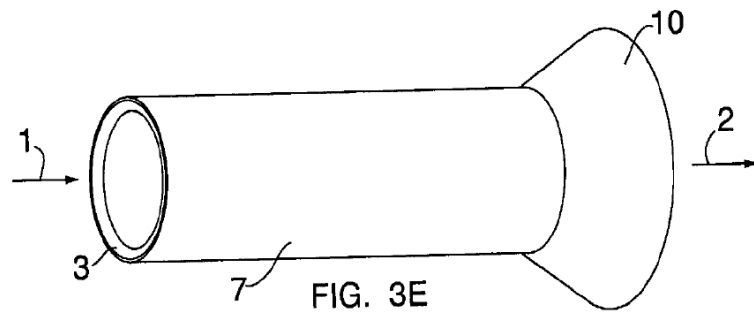
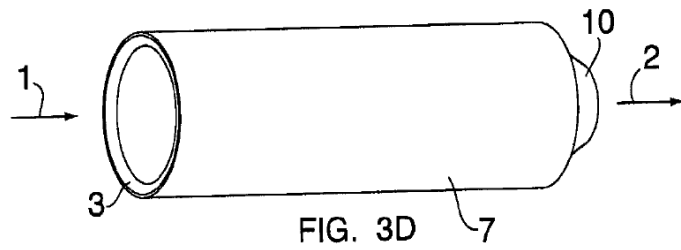
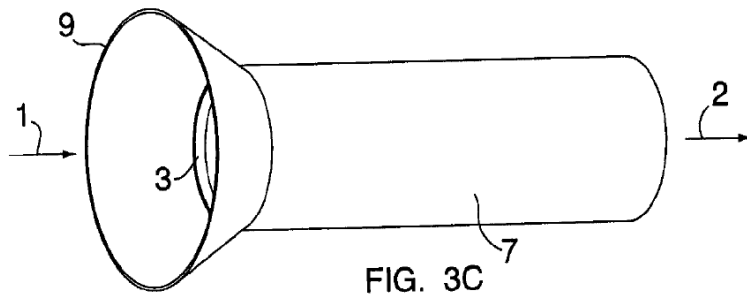
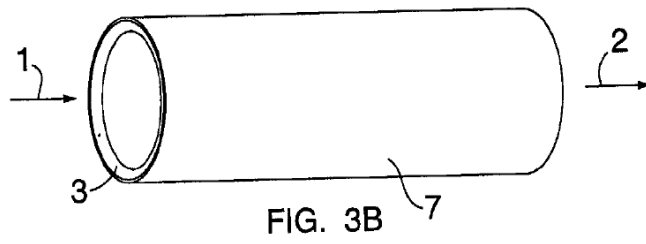
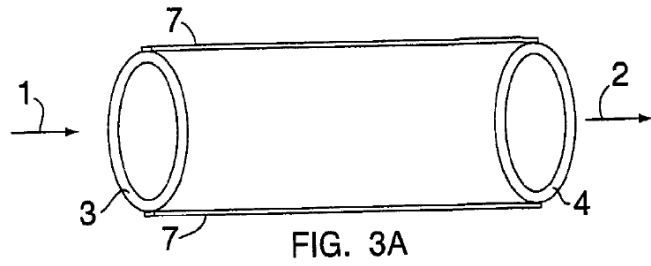
65 10. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la reivindicación 1, en el que las partículas cargadas  
 se neutralizan cuando ya no son necesarias.

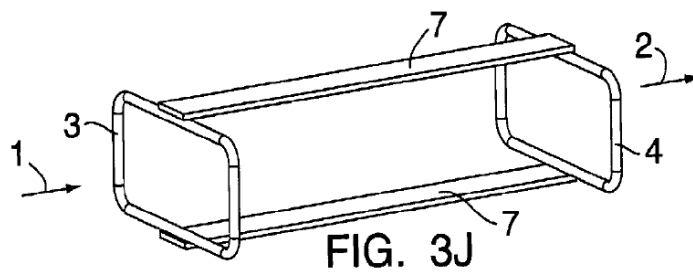
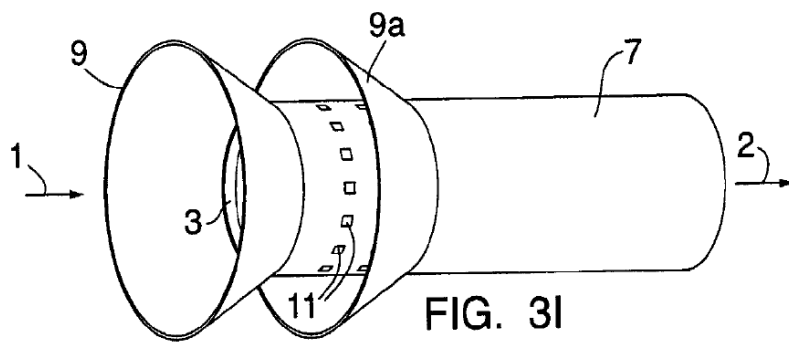
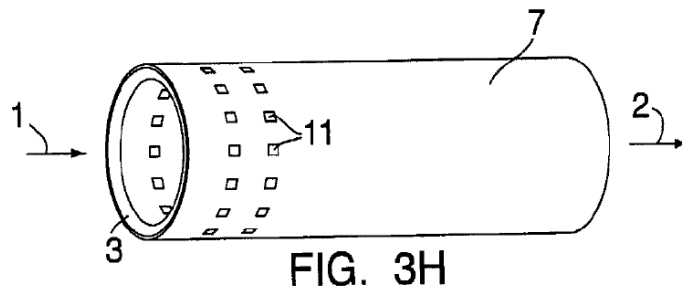
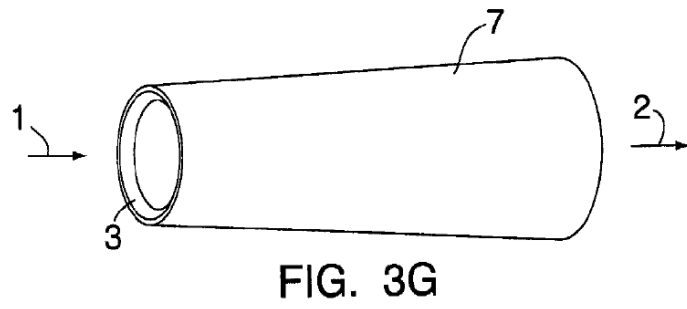
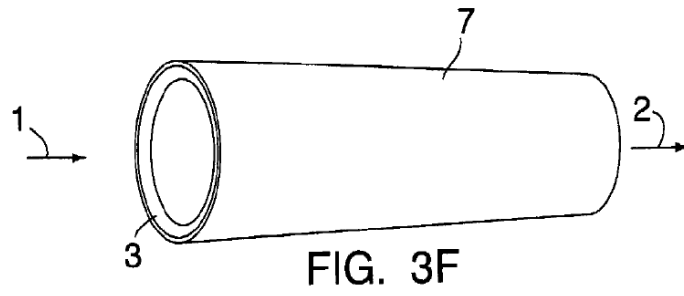


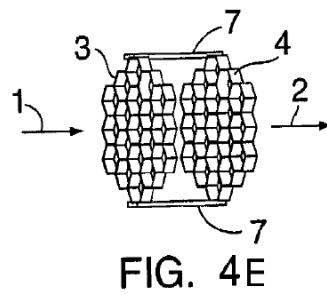
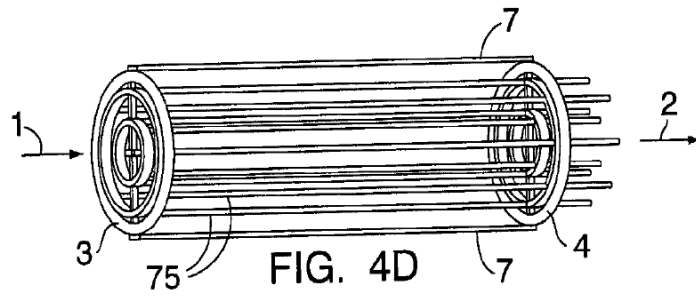
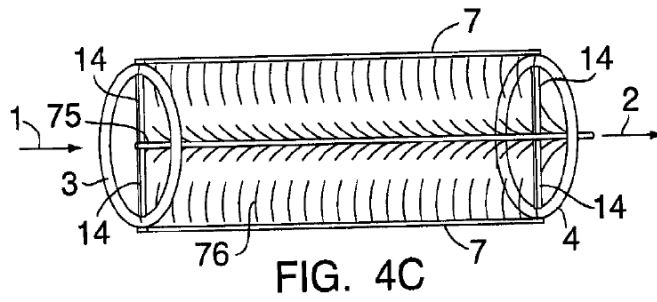
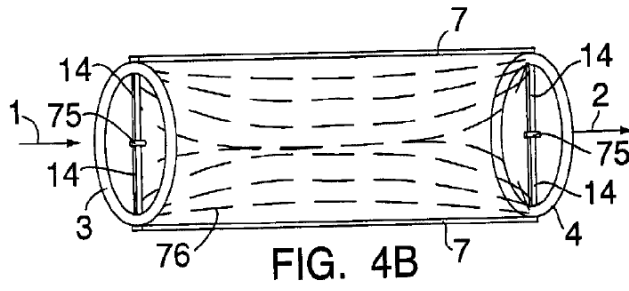
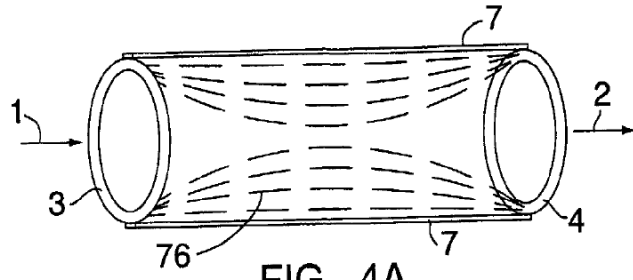
11. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la reivindicación 1, que comprende además un recirculador de iones para recircular partículas cargadas de una región en la que las partículas cargadas ya no son de uso a una región en la que se pueden usar de nuevo.
- 5 12. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la reivindicación 1, en el que la trayectoria de las partículas cargadas se altera para cambiar la dirección de la aceleración de partículas, produciendo así un empuje vectorial.
- 10 13. El dispositivo de motor a reacción de partículas cargadas de la reivindicación 1, en el que al menos dos de los electrodos comprenden un generador de iones y en el que las partículas cargadas se introducen en una o más regiones por ionización directa de átomos y/o moléculas del medio en la región.
- 15 14. Un método para generar empuje en un motor a reacción de partículas cargadas que opera en un medio gaseoso, que comprende:
- 20 proporcionar al menos dos primeros electrodos (32, 33) para ionizar partículas en el medio;  
proporcionar un primer potencial electrostático entre dos de los primeros electrodos de generación de iones para crear partículas cargadas en el medio;  
proporcionar al menos uno o más electrodos secundarios para acelerar los iones generados por los primeros electrodos;
- 25 proporcionar un segundo potencial electrostático diferente entre dos de los electrodos de aceleración; y controlar la tensión de aceleración independientemente de la tensión utilizada para la generación de iones, en el que las partículas cargadas que producen empuje generan un campo eléctrico inverso que se opone al campo eléctrico de aceleración aplicado generado por los segundos electrodos, estando el método **caracterizado por** comprender además alterar el campo eléctrico radial para mejorar el campo eléctrico radial y reducir así la intensidad del campo axial inverso.
- 30 15. El método de la reivindicación 14, que comprende, además:  
incrustar regiones portadoras de corriente entre los electrodos de aceleración, generando las regiones portadoras de corriente partículas de carga opuesta, cuya carga espacial genera un campo eléctrico que se opone o neutraliza el campo eléctrico inverso de las partículas que producen empuje.

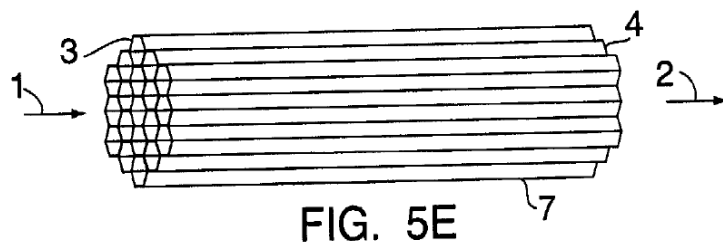
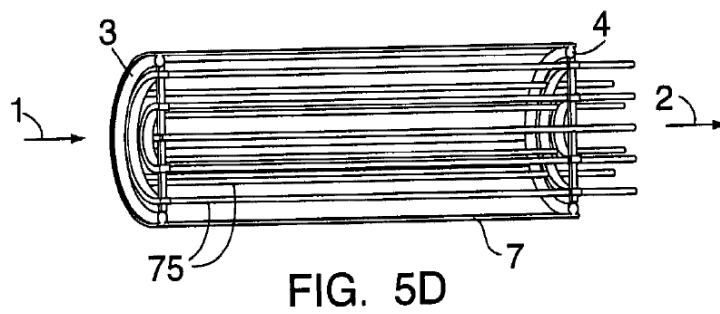
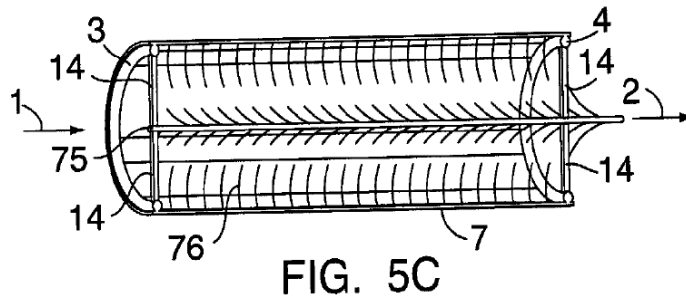
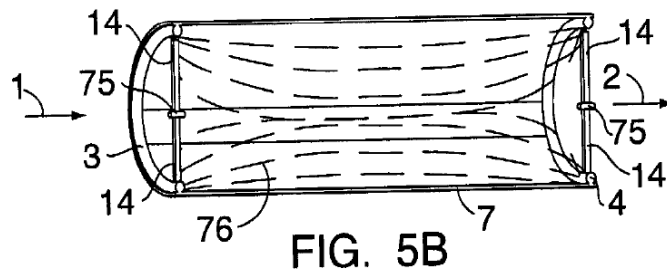
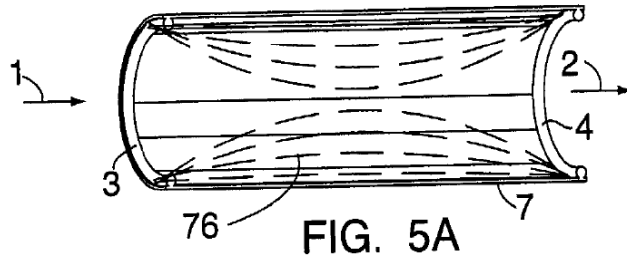












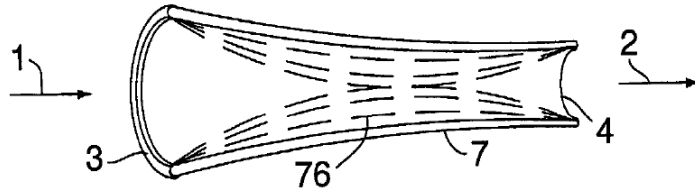


FIG. 5F

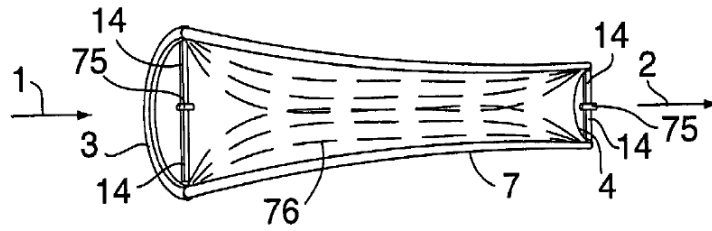


FIG. 5G

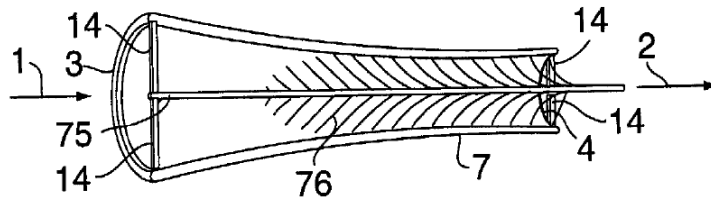


FIG. 5H

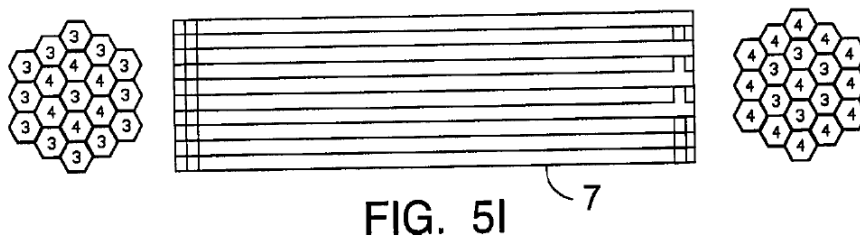


FIG. 5I

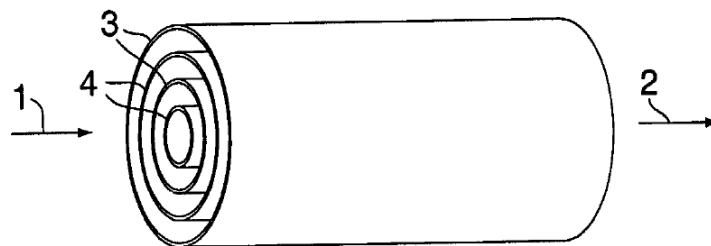


FIG. 5J



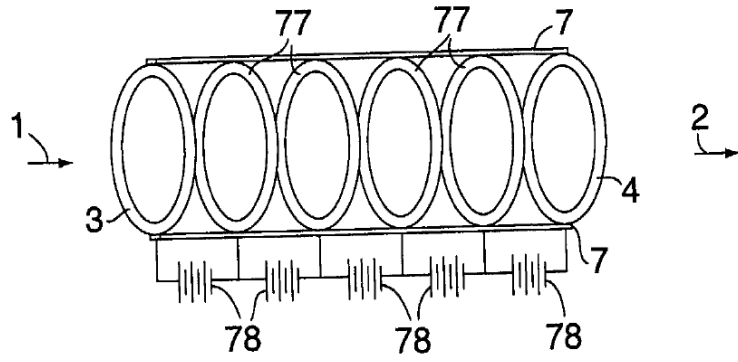


FIG. 6A

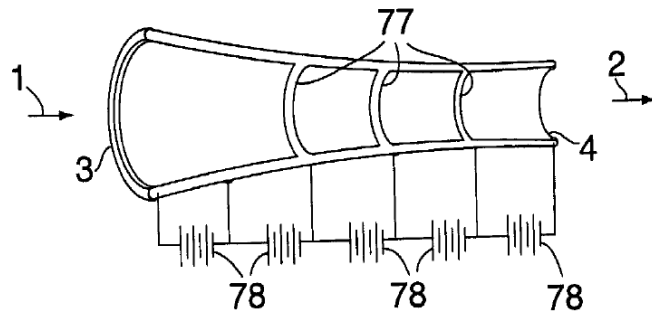


FIG. 6B

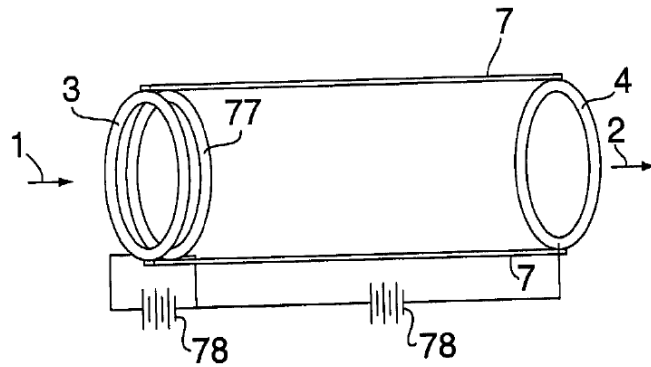


FIG. 7A

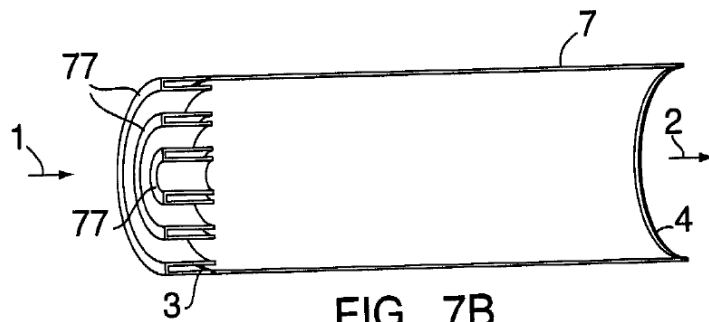


FIG. 7B

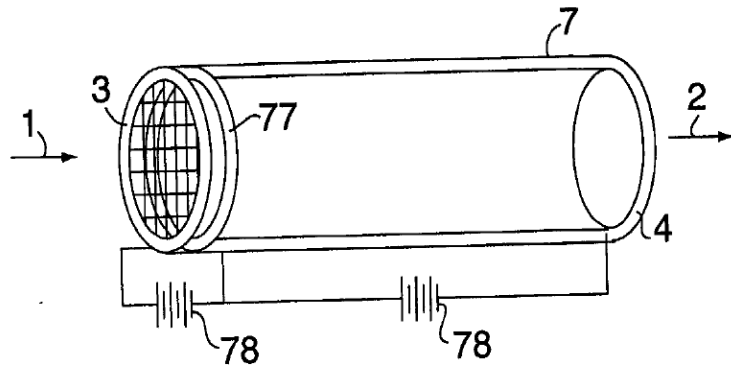


FIG. 8A

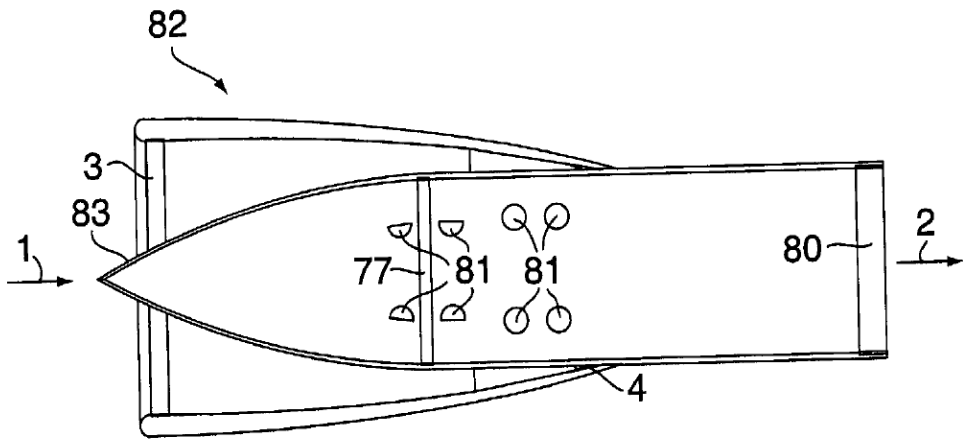


FIG. 8B

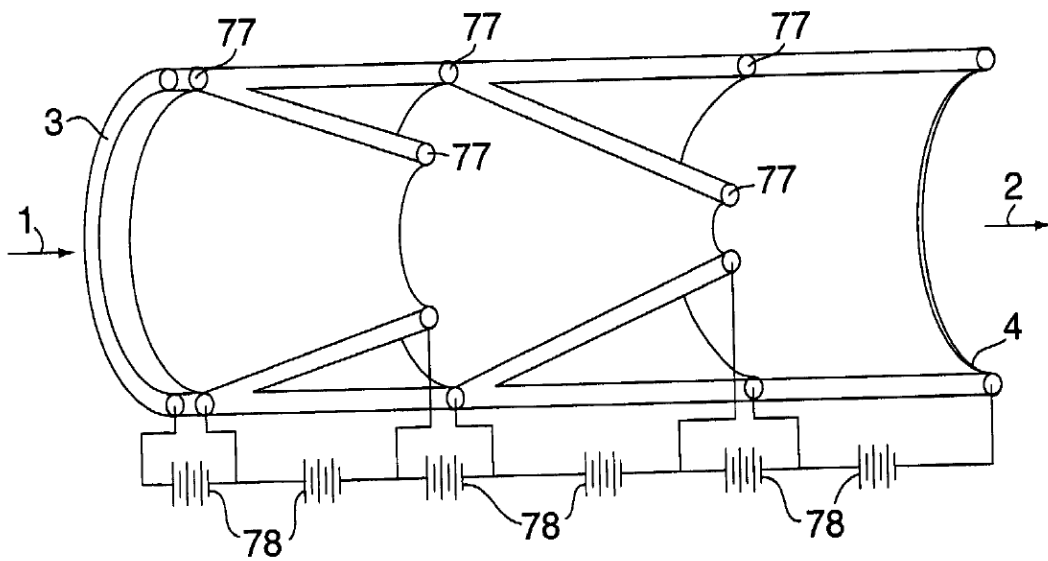


FIG. 8C

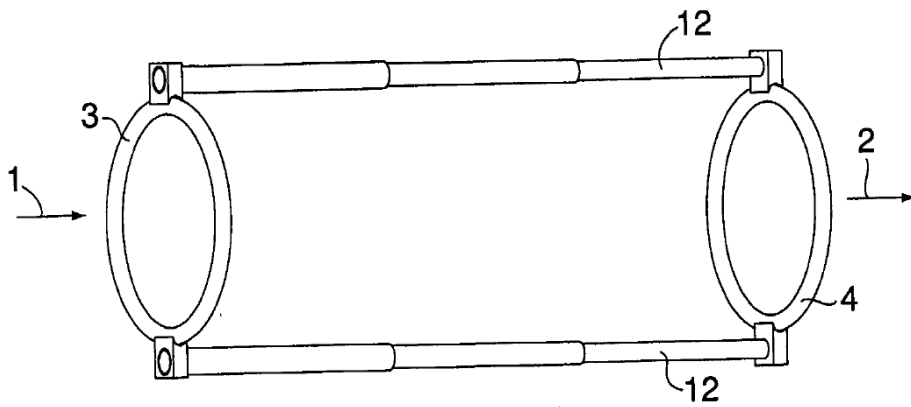


FIG. 9A

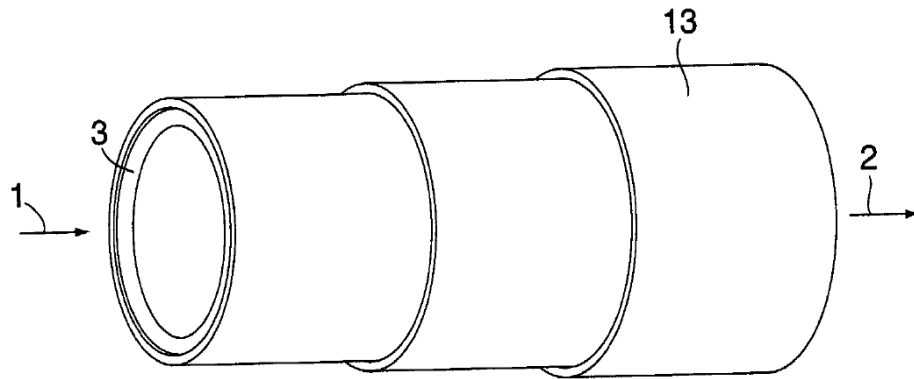


FIG. 9B

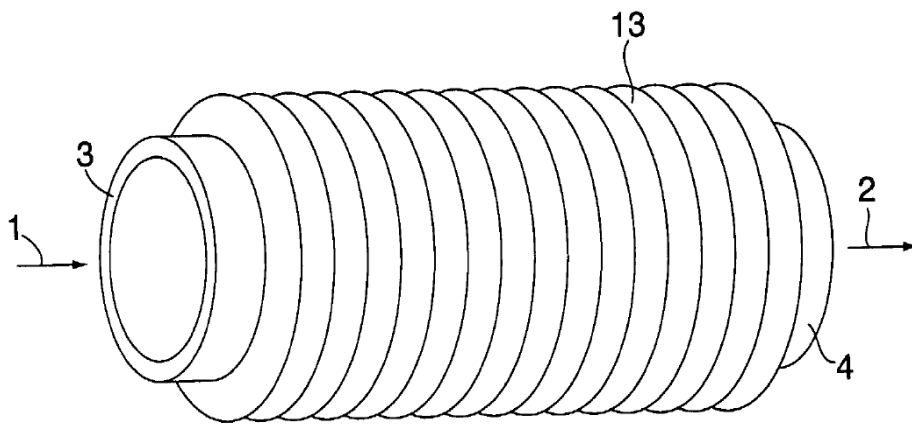
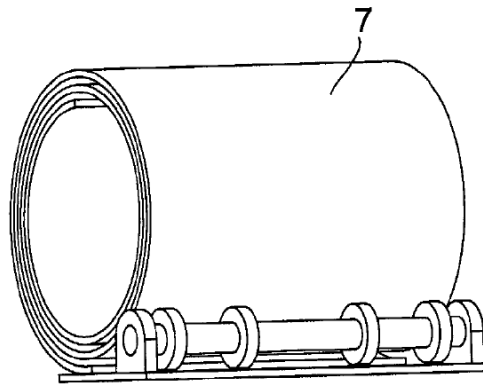
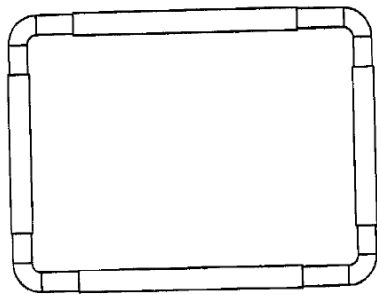
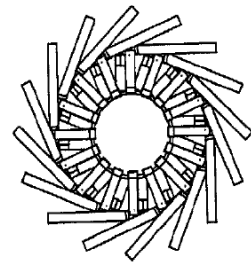
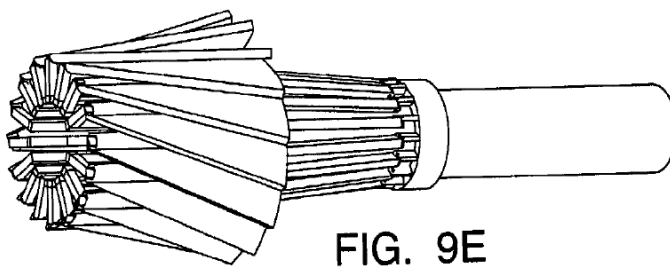
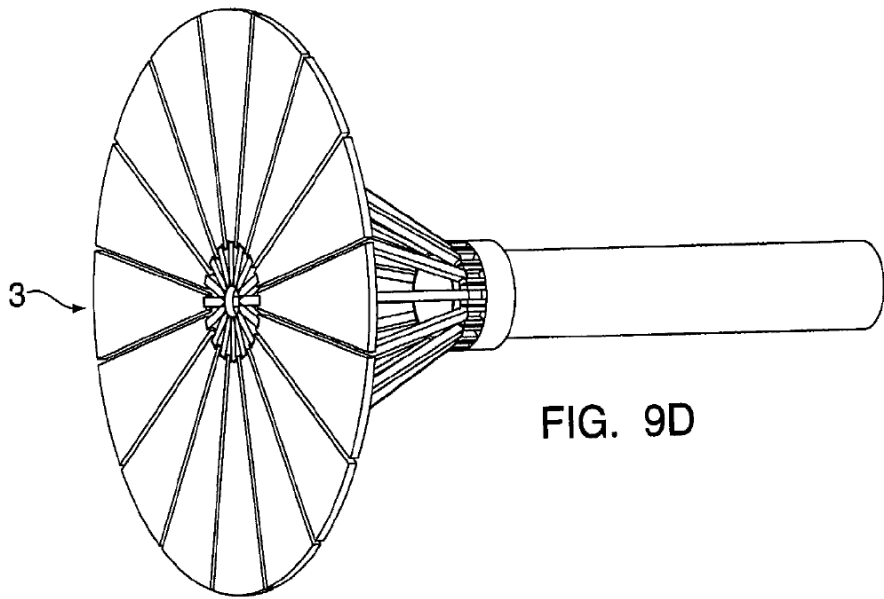
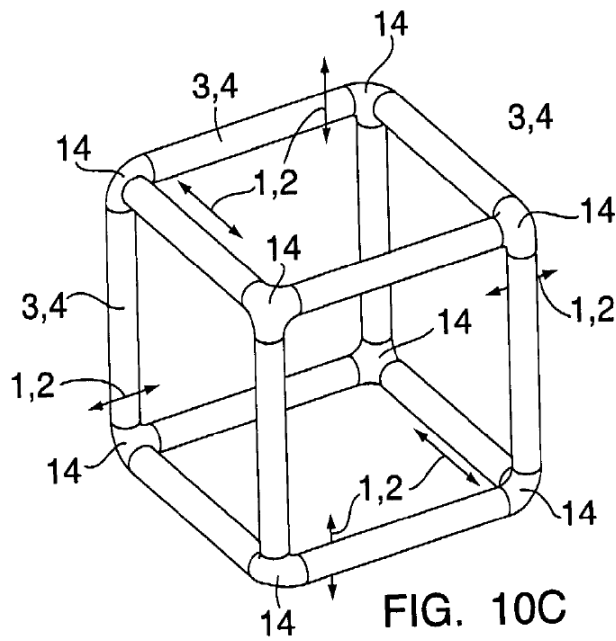
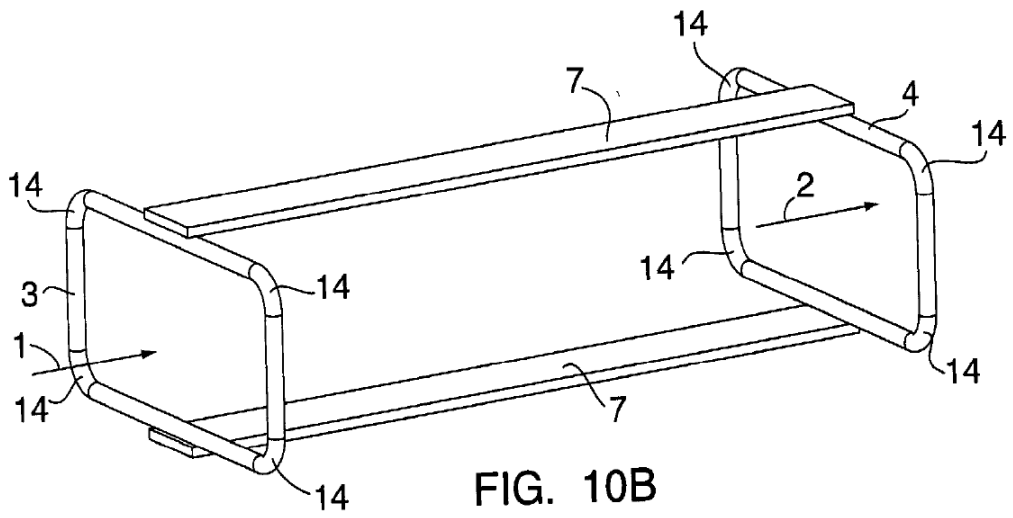
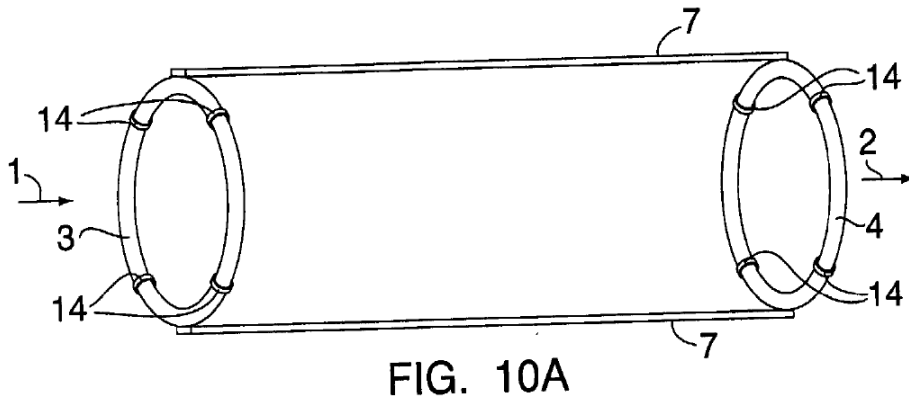


FIG. 9C





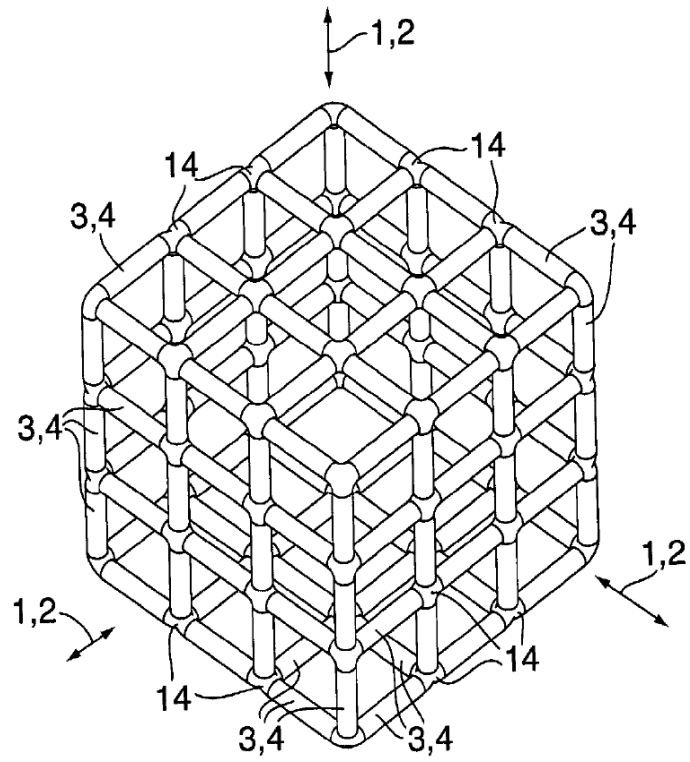


FIG. 10D

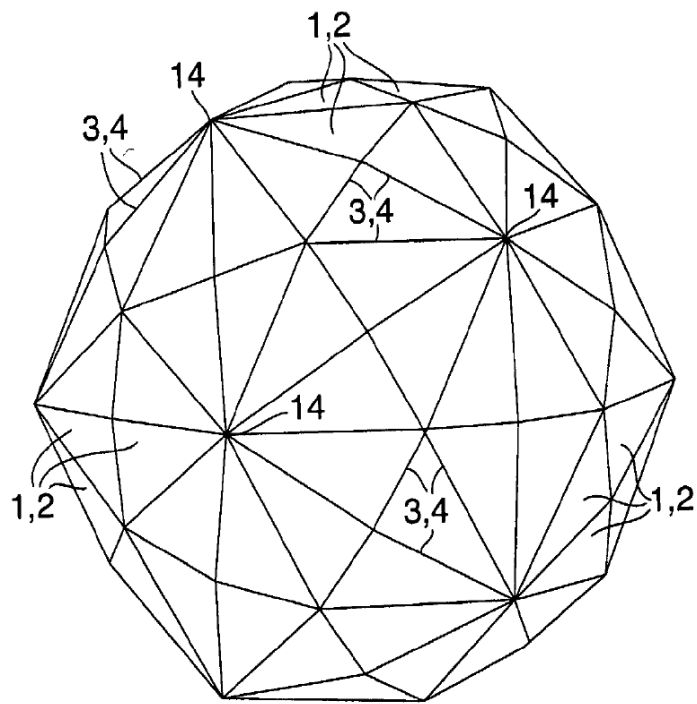


FIG. 10E

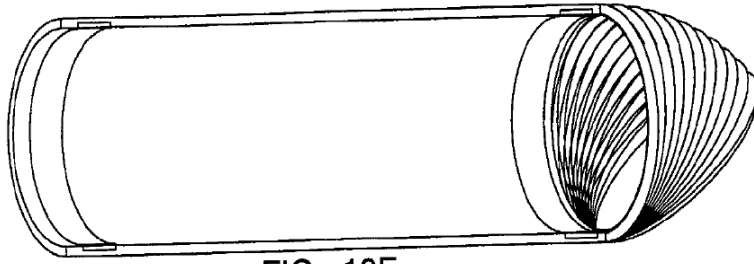


FIG. 10F

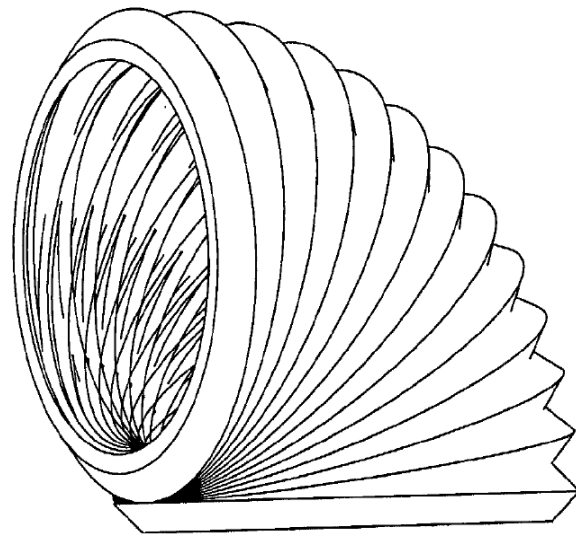


FIG. 10G

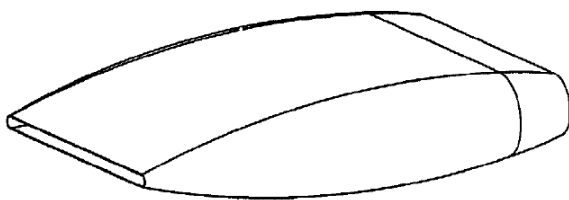


FIG. 10H

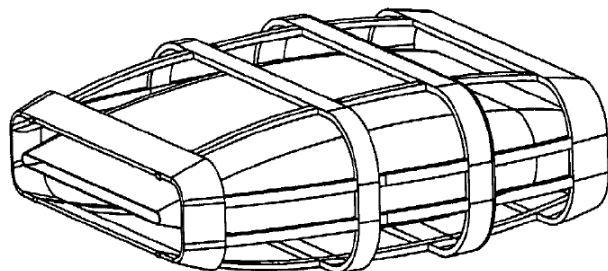


FIG. 10I

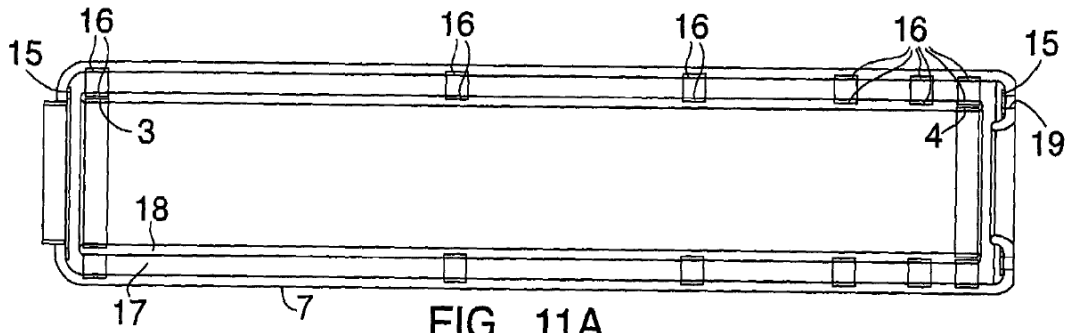


FIG. 11A

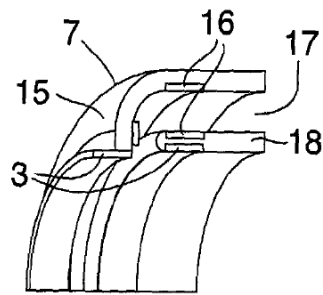


FIG. 11B

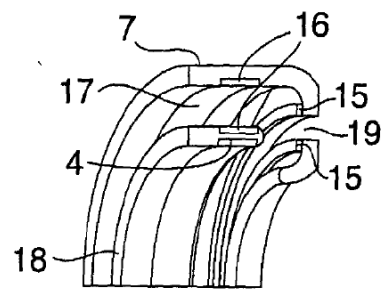


FIG. 11C

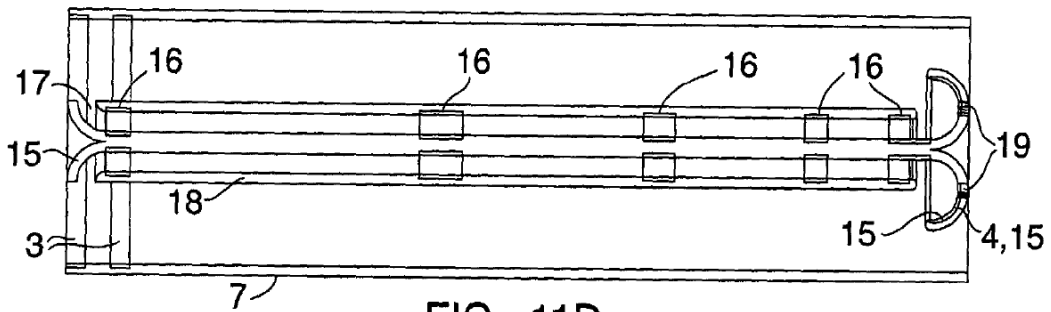


FIG. 11D

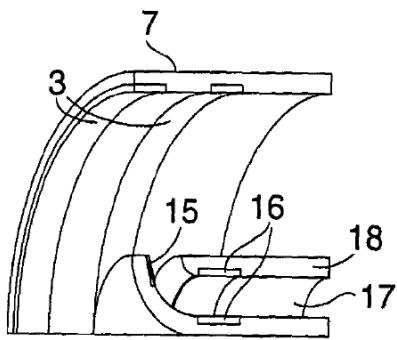


FIG. 11E

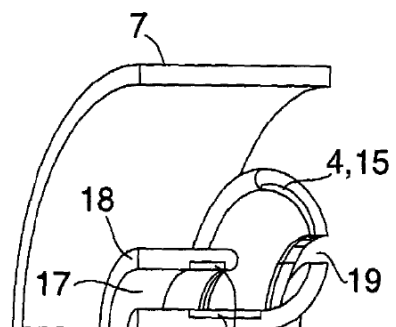
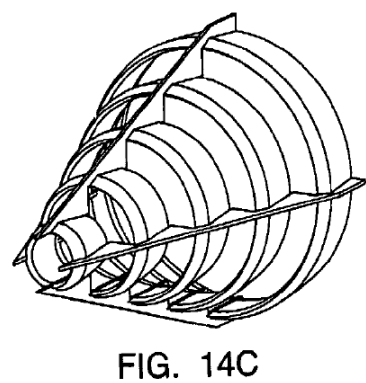
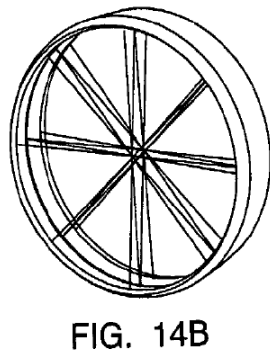
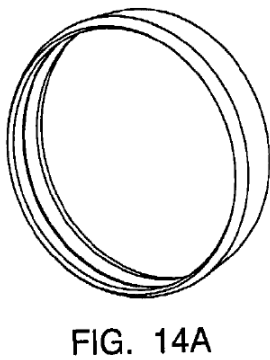
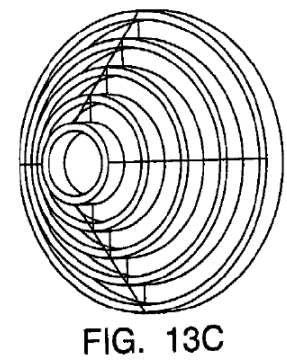
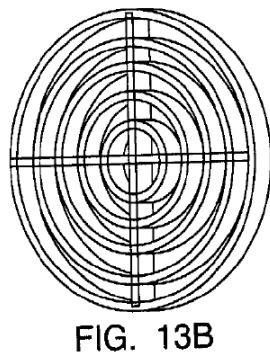
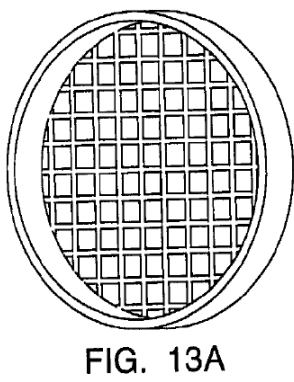
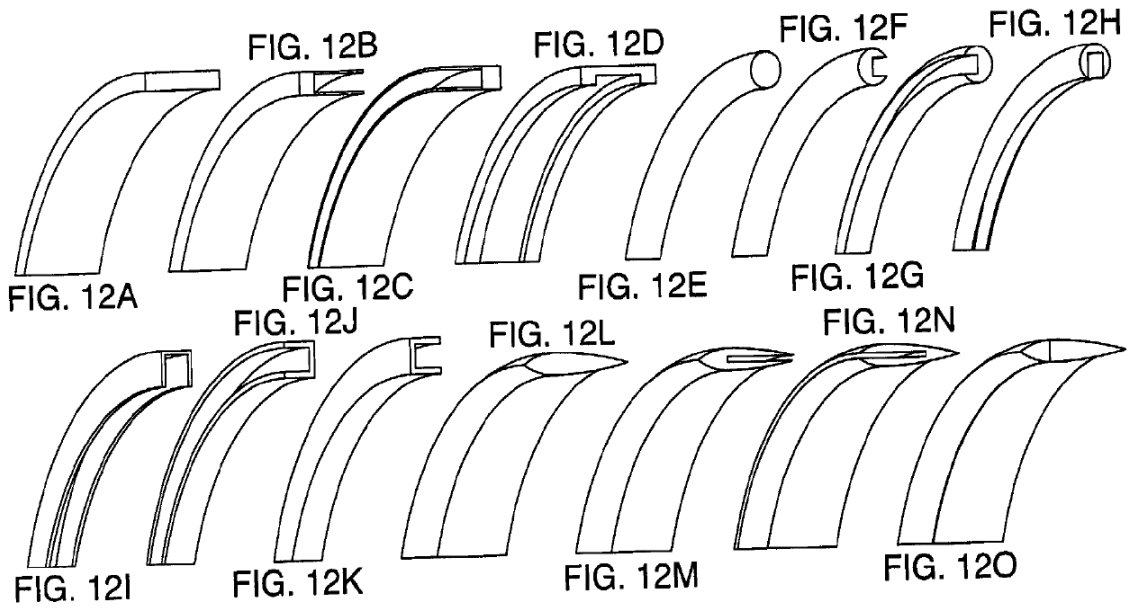
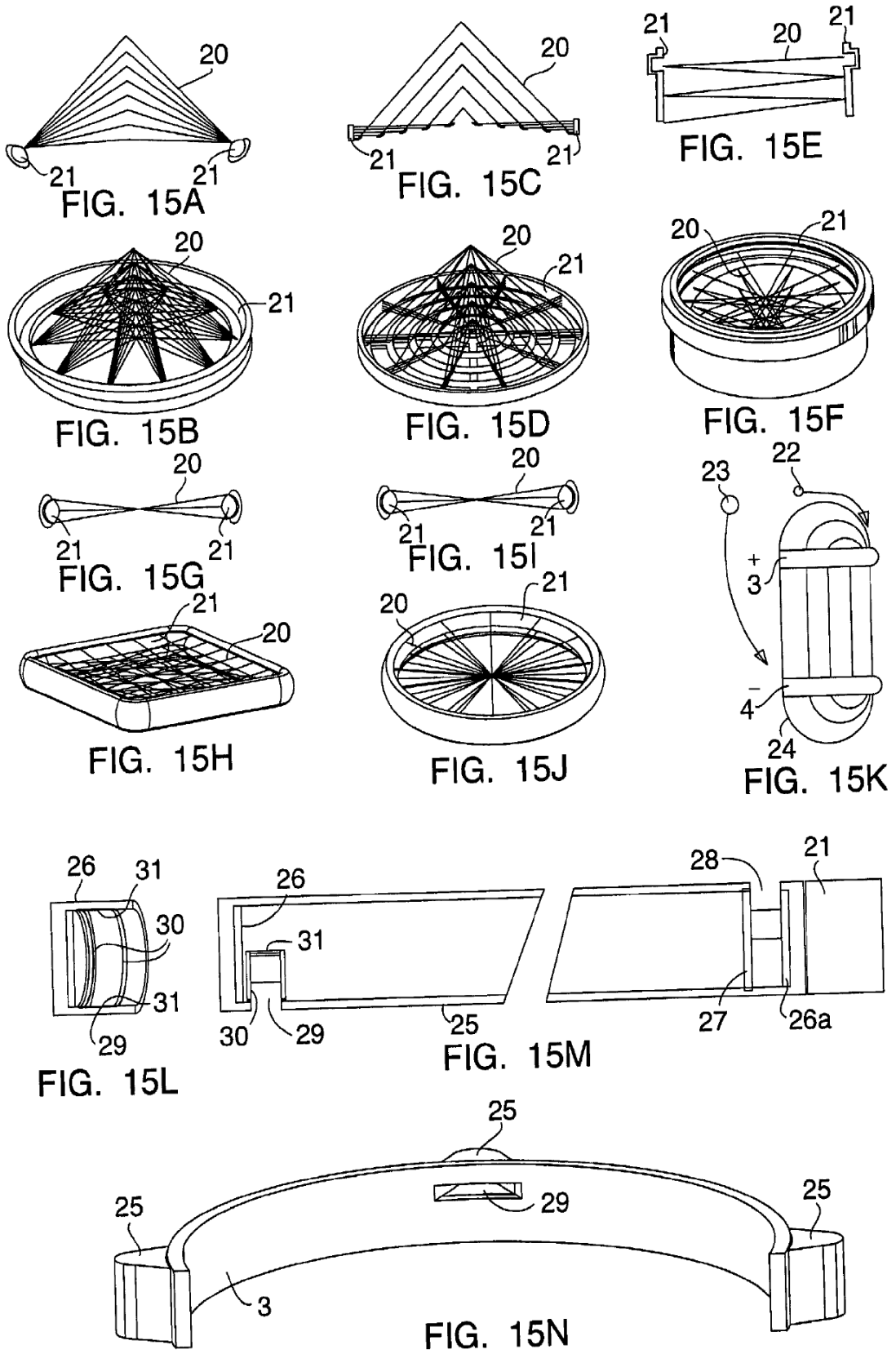


FIG. 11F







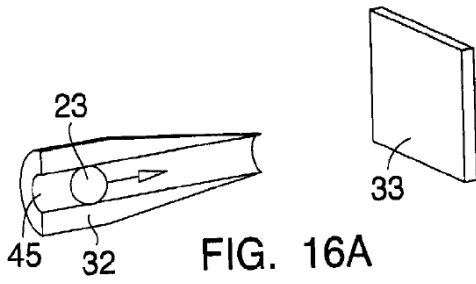


FIG. 16A

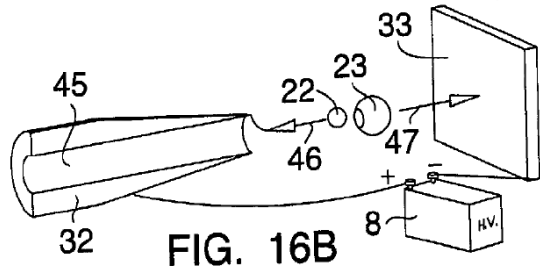


FIG. 16B

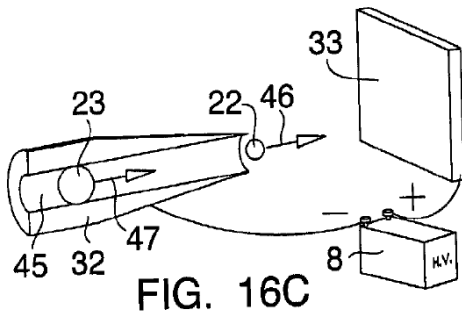


FIG. 16C

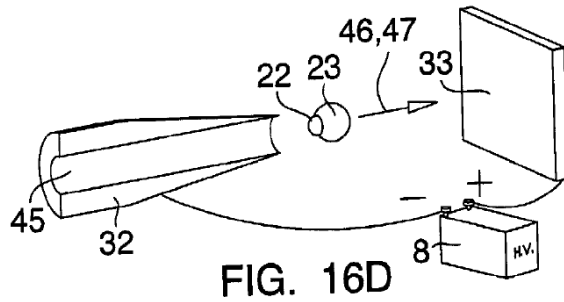


FIG. 16D

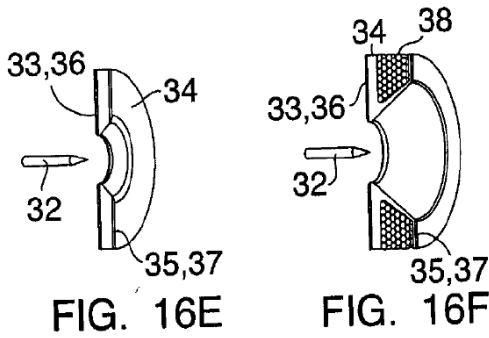


FIG. 16E

FIG. 16F

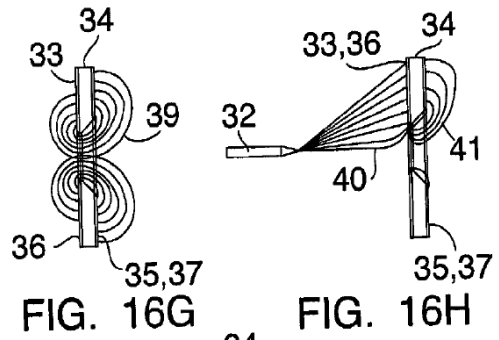


FIG. 16G

FIG. 16H

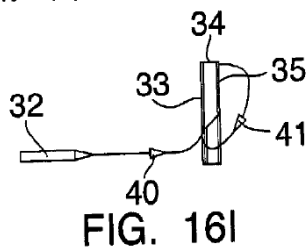


FIG. 16I

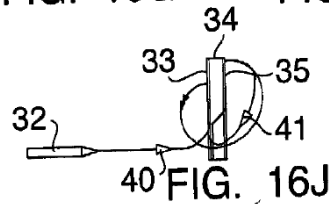


FIG. 16J

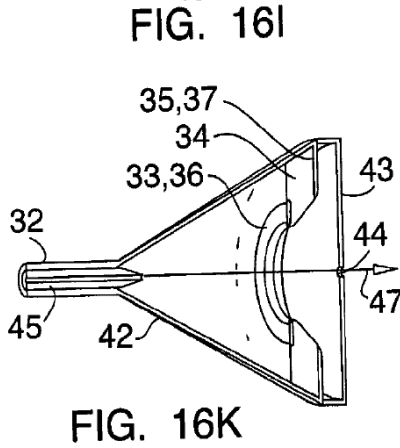


FIG. 16K

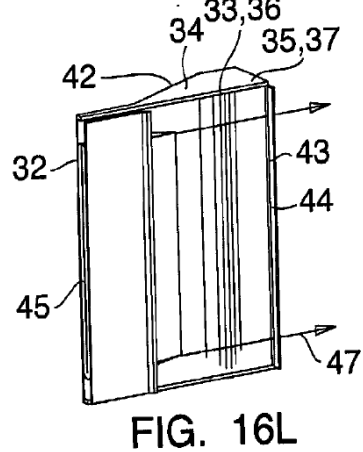
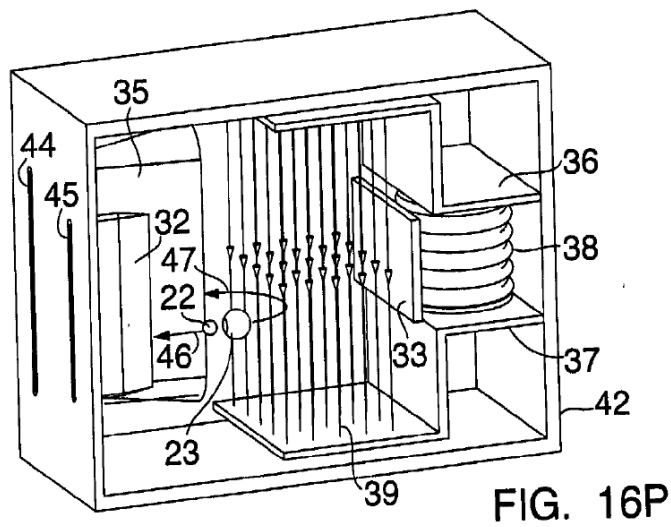
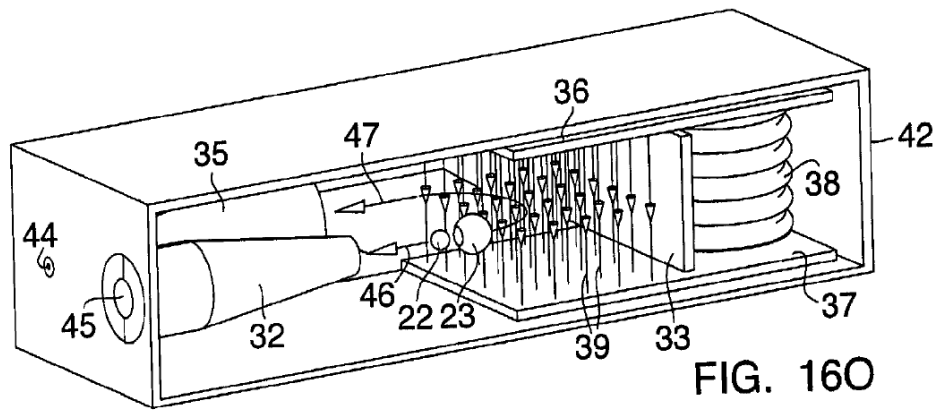
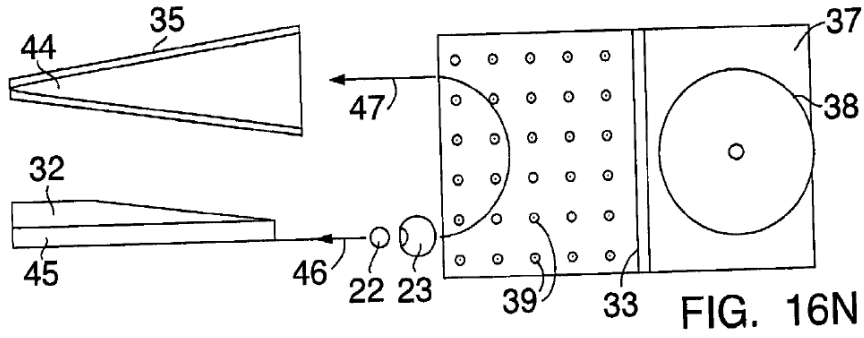
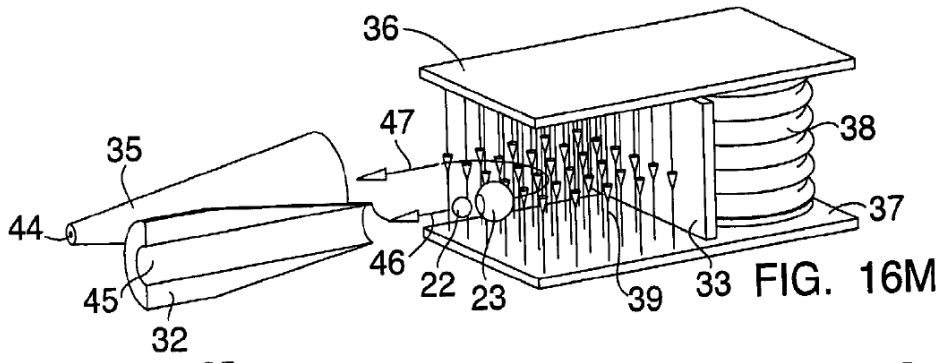


FIG. 16L



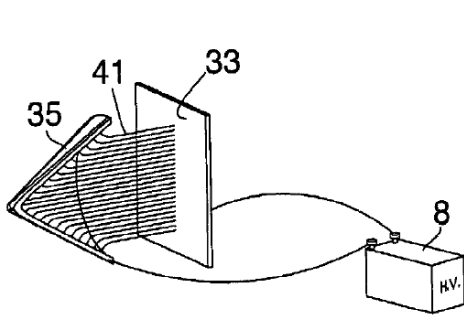


FIG. 16Q

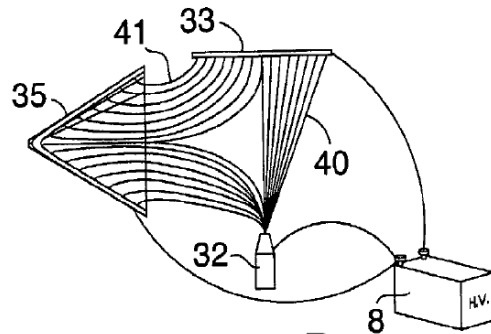


FIG. 16R

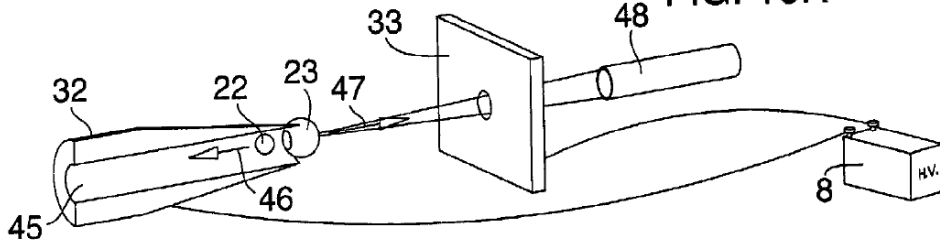


FIG. 16S

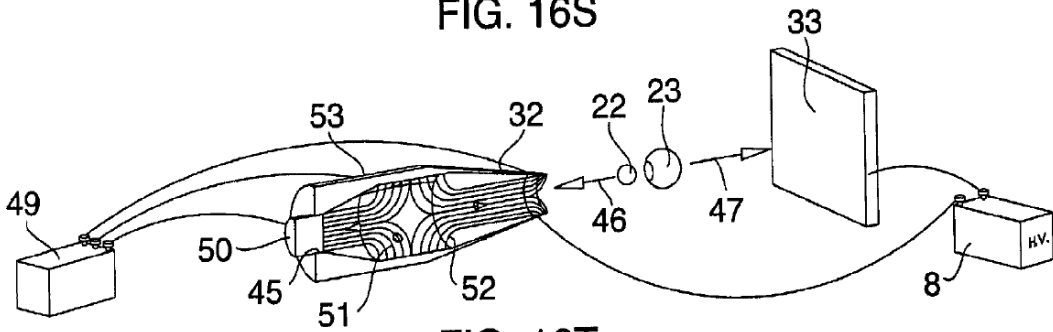


FIG. 16T

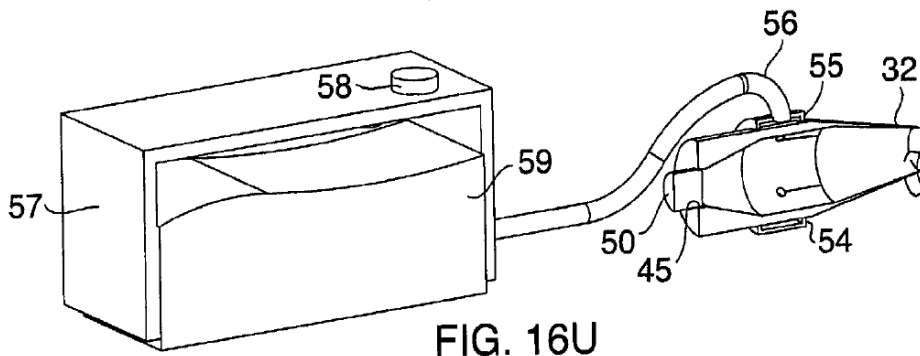


FIG. 16U

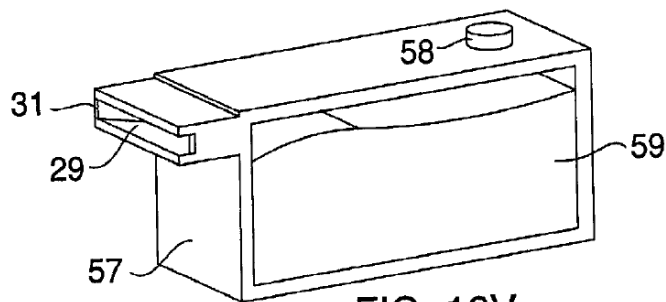


FIG. 16V

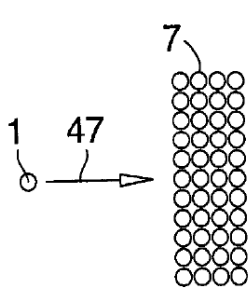


FIG. 17A

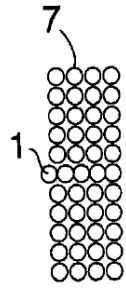


FIG. 17B

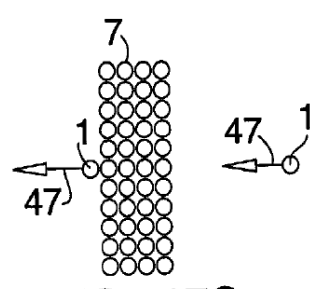


FIG. 17C

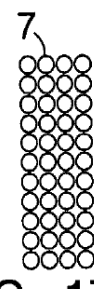


FIG. 17D

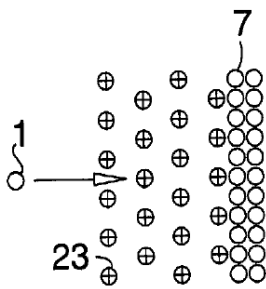


FIG. 17E

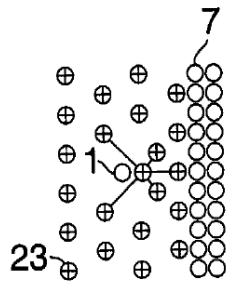


FIG. 17F

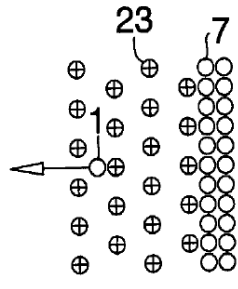


FIG. 17G

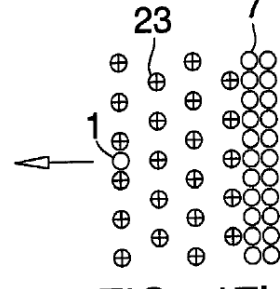


FIG. 17H

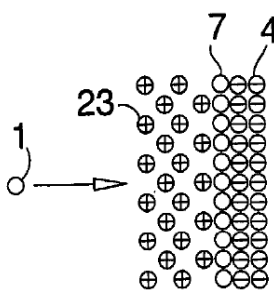


FIG. 17I

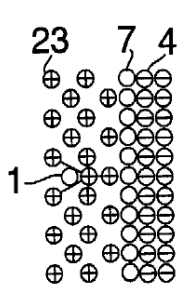


FIG. 17J

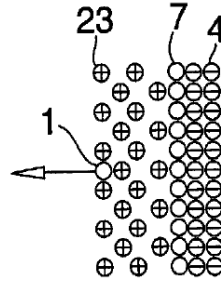


FIG. 17K

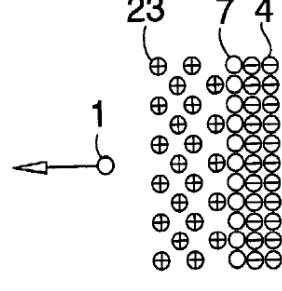


FIG. 17L

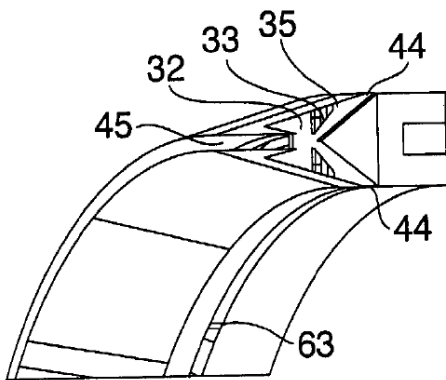


FIG. 17M

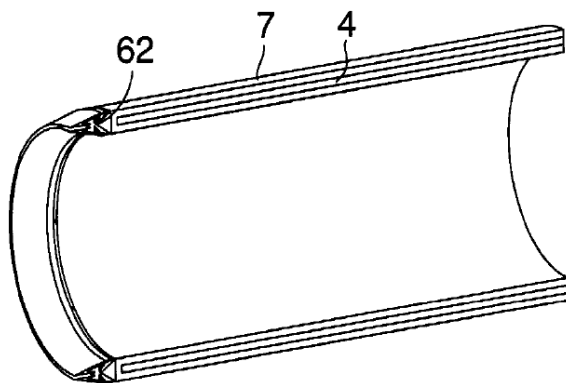
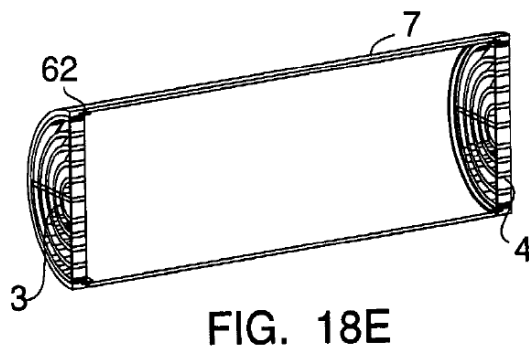
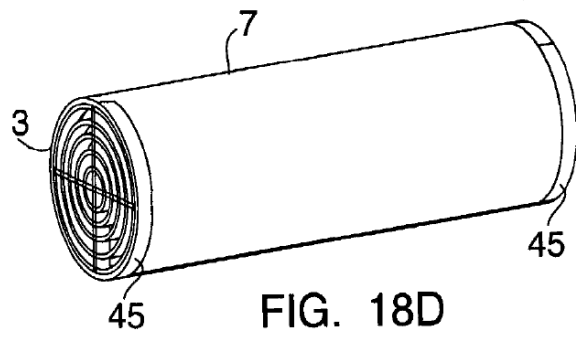
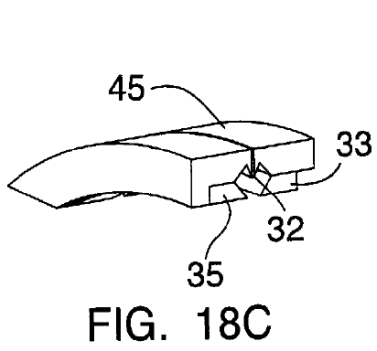
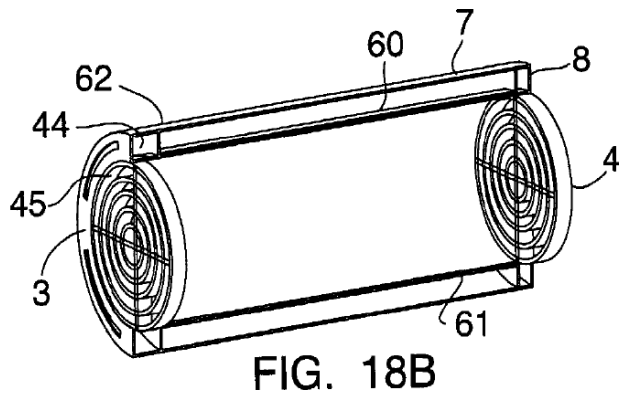
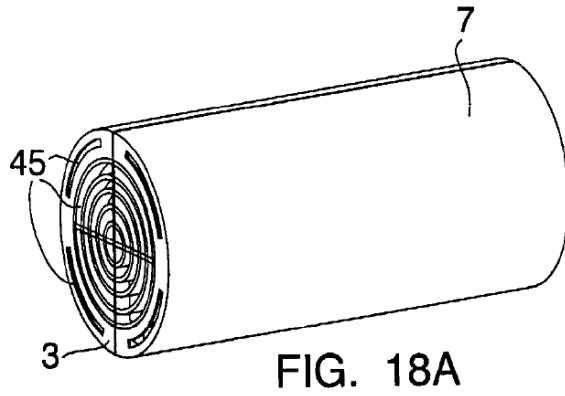


FIG. 17N



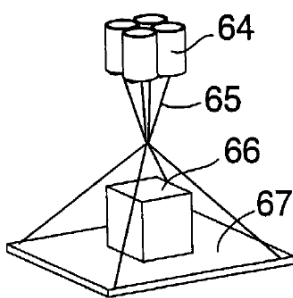


FIG. 19A

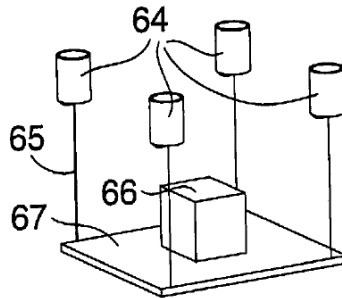


FIG. 19B

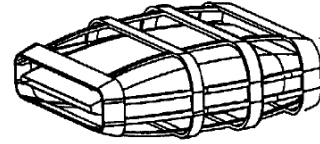


FIG. 19C

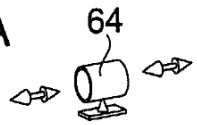


FIG. 19D

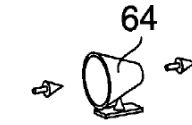


FIG. 19E

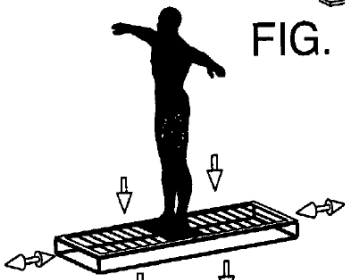


FIG. 19F

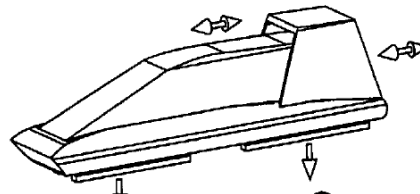


FIG. 19G

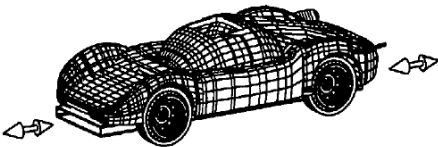


FIG. 19H

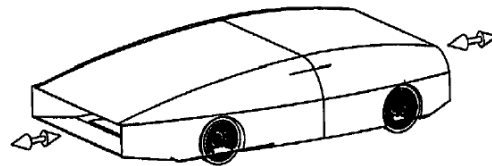


FIG. 19I

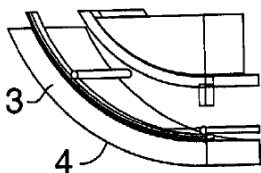


FIG. 19J

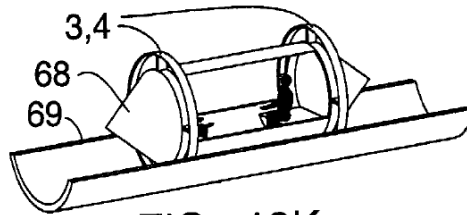


FIG. 19K

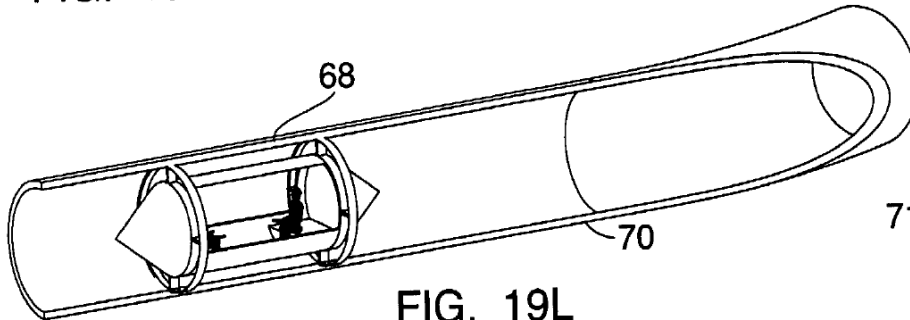


FIG. 19L

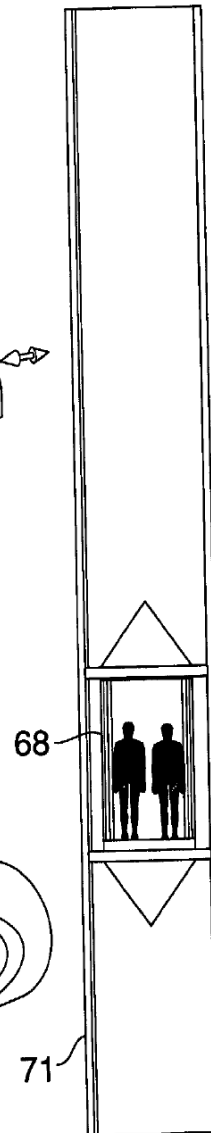
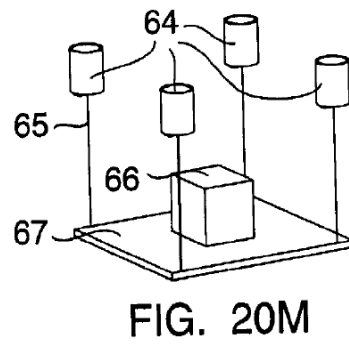
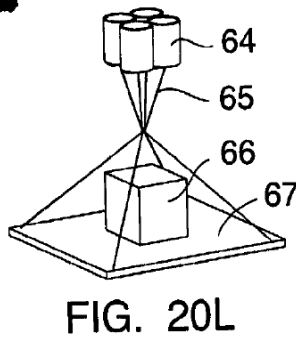
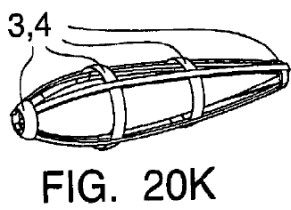
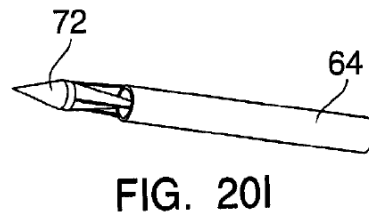
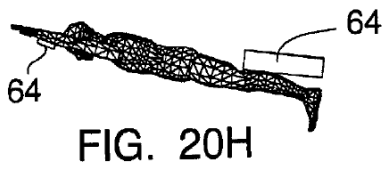
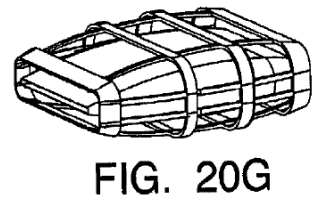
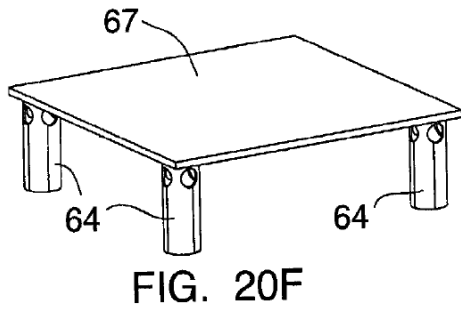
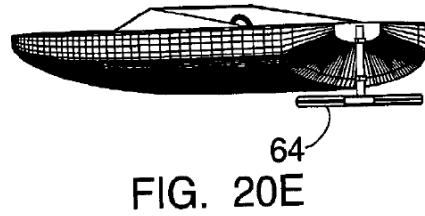
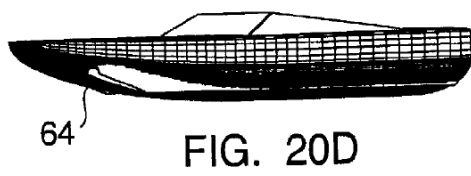
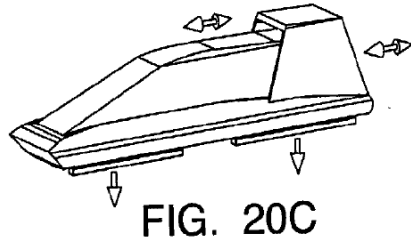
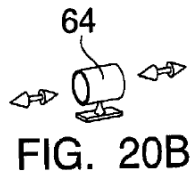
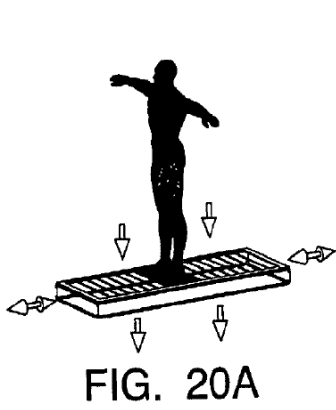


FIG. 19M





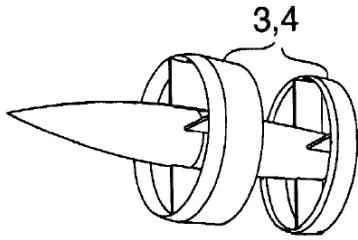


FIG. 21A

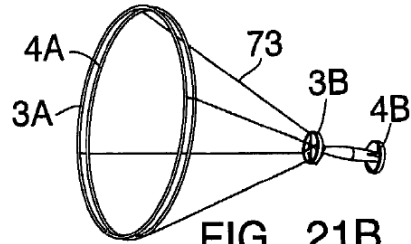


FIG. 21B

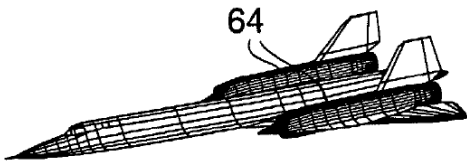


FIG. 21C

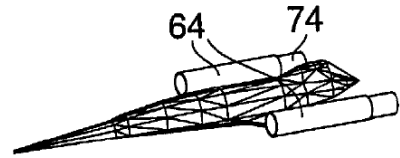


FIG. 21D

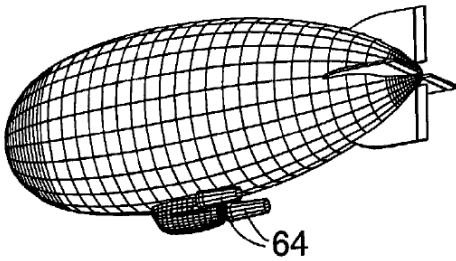


FIG. 21E

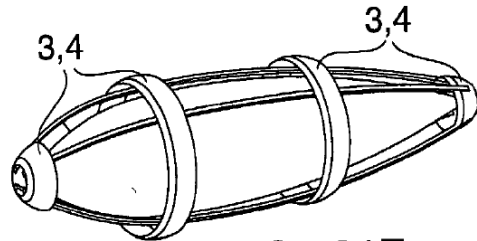


FIG. 21F

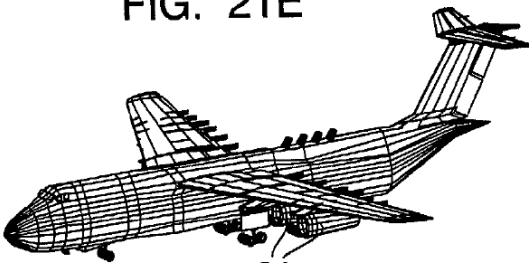


FIG. 21G

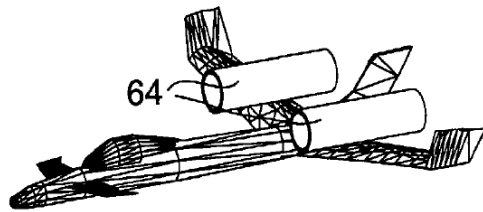


FIG. 21H

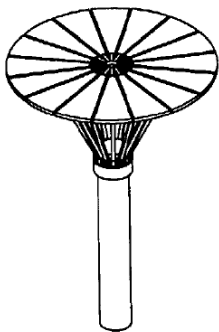


FIG. 21J

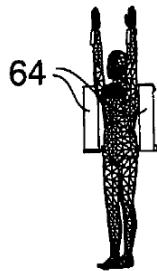


FIG. 21K



FIG. 21I

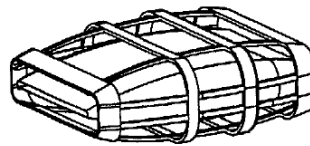


FIG. 21L

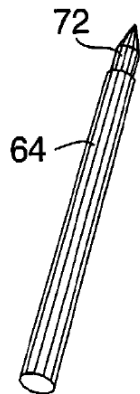


FIG. 21M