

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 415 883**

51 Int. Cl.:

B64G 1/10 (2006.01)

B64G 1/24 (2006.01)

B64G 1/36 (2006.01)

B64G 1/64 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2009 E 09756452 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013 EP 2342131**

54 Título: **Procedimiento de captura de un contenedor de muestras de suelo planetario que se desplaza en el espacio**

30 Prioridad:

04.11.2008 FR 0806139

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

29.07.2013

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly-sur-Seine, FR**

72 Inventor/es:

**RENAULT, HERVÉ;
ARBUSTI, FRANCIS y
SAINCT, HERVÉ**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 415 883 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

Procedimiento de captura de un contenedor de muestras de suelo planetario que se desliza en el espacio

La presente invención se relaciona con un procedimiento de captura de un contenedor de muestras de suelo planetario que se desliza en el espacio, mediante una sonda que se desliza igualmente en el espacio.

5 Las diversas misiones espaciales previstas actualmente, tanto las de la NASA como las de la ESA, proyectan extraer unas muestras de suelos de planetas y traerlas a la Tierra. Determinadas de estas misiones están ya planificadas, como por ejemplo el programa europeo "Mars Sample Return" (recogida de muestras marcianas) previsto hacia 2010.

10 Se han llevado a cabo numerosos estudios sobre este asunto, y las agencias espaciales han establecido unos escenarios según los cuales las muestras extraídas en el suelo de los planetas y acondicionadas en un contenedor para su transporte en dirección a la Tierra eran puestas en órbita por un lanzador desde el planeta en cuestión, encargándose una sonda, igualmente puesta en esta órbita desde la Tierra, de recuperar este contenedor para traerlo a la Tierra. Una separación de papeles de ese tipo entre un lanzador que pone el contenedor en órbita y una sonda encargada de capturarlo y transportarlo hasta la Tierra se ha impuesto por la eficacia de la transferencia de masas en órbita (de acuerdo con las bien conocidas leyes de la mecánica orbital). Por lo que resulta que no se puede evitar la crucial fase de captura en órbita de las muestras en su contenedor. O, hasta el presente, no se ha propuesto ningún sistema simple de captura en órbita de las muestras de suelo planetario.

20 Todos los sistemas conocidos se basan en la hipótesis de que el contenedor de muestras es, o bien muy pesado y complejo (debería comprender entonces unos medios de telemando, unos propulsores,...), o bien de tipo pasivo. MATTINGLY R ET AL: "Technology Development Plans for the Mars Sample Return Mission", AEROSPACE CONFERENCE, 2005 IEEE, PISCATAWAY, NJ, Estados Unidos, 5 de marzo de 2005 (2005-03-05), páginas 1-14, XP010864344, ISBN: 978-0-7803-8870-3, es considerado como el estado de la técnica más próximo y muestra un procedimiento de captura de un contenedor de muestras de suelo planetario que se desliza en el espacio, mediante una sonda que utiliza una jaula, desplazándose la sonda igualmente en el espacio. Los mecanismos de captura de la sonda son por lo tanto muy voluminosos, con unas estructuras desplegables, lo que obliga a la sonda a efectuar unos movimientos complejos. Además, es imposible en general simular en la Tierra las correspondientes secuencias de los procesos y validarlas, debido al hecho de que estas secuencias incluyen largos procesos de movimientos efectuados en gravedad nula y que implican unos dispositivos de muy grandes dimensiones. El caso de un contenedor pesado y complejo ha sido en general eliminado, porque ninguna misión conocida de los diez próximos años la ha aceptado.

25 La presente invención tiene por objeto un procedimiento de captura de un contenedor de muestras de suelo planetario que se desliza en el espacio, mediante una sonda que se desliza igualmente en el espacio, debiendo ser este procedimiento fácil de implementar, con unos medios muy simples y lo menos onerosos posible.

35 El procedimiento de acuerdo con la invención se caracteriza porque cuando la sonda está en la órbita del contenedor, a una distancia de algunos metros de éste y cuando la cara receptora de la sonda está orientada hacia el contenedor, se genera a bordo de la sonda un primer campo magnético controlado para reducir las velocidades angulares del contenedor y orientarlo en una dirección privilegiada para la captura y, cuando éstas velocidades se hacen despreciables y está situado en la orientación correcta, mientras se aproxima a la sonda del contenedor, se inicia un proceso de atracción del contenedor con relación a la sonda con la ayuda de otro campo magnético cuyas líneas de campo convergen hacia la zona de captura de la sonda.

40 De acuerdo con otra característica de la invención, se utiliza el campo magnético del lado del contenedor, que sirve para el control y la atracción, para permitir a la sonda detectar su situación con la ayuda de un magnetómetro.

La presente invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción detallada de un modo de realización, tomada a título de ejemplo no limitativo e ilustrada por el dibujo adjunto, en el que:

- 45 - la figura 1 es un diagrama de bloques simplificado del sistema de implementación del procedimiento de la invención, y
 - las figuras 2 a 4 son unos diagramas de bloques que muestran varias etapas de la realización del procedimiento de acuerdo con la presente invención, con la ayuda del sistema de la figura 1.

50 Se esquematizan en la figura 1 los principales medios de realización del procedimiento de la invención. Estos medios se han representado en el momento en el que el contenedor 1, habiendo recuperado anteriormente unas muestras del suelo de un planeta (por ejemplo el planeta Marte), ha sido puesto en órbita alrededor de este planeta y está próximo (a algunas docenas de metros, por ejemplo) a una sonda de recuperación 2 que se ha lanzado anteriormente desde la Tierra y puesto sobre la misma órbita que el contenedor 1. La sonda 2 puede ser cualquier ingenio espacial apropiado (satélite, ingenio específico puesto en órbita,...) capaz de acoger al contenedor 1.

55 El contenedor 1, puramente pasivo, comprende esencialmente un cuerpo 3 que encierra particularmente las muestras extraídas, un dispositivo que permite determinar automáticamente la situación a distancia (no

representado), y llegado el caso unos medios de comunicación por RF y una fuente de energía eléctrica. De acuerdo con un modo de realización ventajoso de la invención, este dispositivo de determinación de la situación es un imán, preferentemente un imán permanente. Un imán permanente de ese tipo sirve a la vez para la determinación de la situación con el magnetómetro y también para el control debido al hecho de su interacción con el campo magnético generado por la sonda. Sobre una de las caras del cuerpo 3 se fija un dispositivo 4 de ayuda al atraque sobre la sonda, que es un cono en el caso actual. De manera general, este dispositivo 4 puede ser cualquier sistema de forma emparejada entre la sonda y el contenedor, no obstante, para simplificar, en lo que sigue de la descripción se utilizará el término de “cono” para designar este dispositivo 4. Cuando este contenedor está en órbita, gira sobre sí mismo (movimiento denominado de “espín”) y tiene unos movimientos desordenados.

La sonda 2 comprende esencialmente un cuerpo 5 sobre el que se fija un mástil 6 en la extremidad libre del que se fija un cono 7 cuya forma es complementaria de la del cono 4, es decir estos dos conos tienen el mismo ángulo en la punta. El cuerpo 5, que tiene sensiblemente, por ejemplo, una forma de rectángulo paralelepípedo, comprende sobre tres de sus caras, respectivamente perpendiculares entre sí, unas bobinas planas 8, 9 y 10 en que cada una delimita una superficie lo más grande posible, típicamente una superficie de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ o $1\text{ m} \times 2\text{ m}$, en función de las dimensiones de la sonda. Como variante, se utilizan unas bobinas más compactas sobre una barra de buena permeabilidad magnética, que proporciona un momento magnético equivalente. Estas bobinas producen un campo magnético controlado cuyo valor nominal es por ejemplo de aproximadamente 50 a $100\text{ A}\cdot\text{m}^2$. Un telescopio de emisión/recepción 11 de un Lidar (o un dispositivo de detección similar, por ejemplo una cámara o un sensor de HF si el contenedor incluye un emisor de HF) y un magnetómetro 12 se fijan sobre la misma cara del cuerpo 5 que el cono 7, es decir su cara que debe estar orientada hacia el contenedor 1, a la que se denomina de aquí en adelante delantera. El eje óptico del telescopio 11 está orientado paralelamente al mástil 6 y su cono de “visibilidad” está referenciado como 11A. El magnetómetro 12 es el tipo que puede efectuar unas mediciones de situación, de acuerdo con tres ejes perpendiculares entre sí.

El cuerpo 5 encierra igualmente un propulsor anexo, por ejemplo del tipo químico (no representado) que permite modificar la situación y la posición de la sonda 2 de acuerdo con seis grados de libertad (tres grados en rotación y tres grados en traslación) con el fin de orientar correctamente su cara delantera hacia el contenedor 1.

Mientras que la figura 1 esquematiza el contenedor 1 y la sonda 2 en un instante en el que están un poco alejados uno del otro para que el magnetómetro 12 pueda detectarlo fácilmente, la figura 2 esquematiza sus posiciones respectivas cuando el contenedor se encuentra a una distancia de algunos metros de la sonda (por ejemplo 3 a 5 metros). A una distancia así, el contenedor se encuentra en el “cono de visión” 11A del telescopio 11 del Lidar, y el magnetómetro puede comenzar a captar de modo efectivo el campo creado por el imán permanente del contenedor 1, que es, por ejemplo, de aproximadamente $40\text{ A}\cdot\text{m}^2$. En esta situación, desde que el Lidar ha detectado la presencia del contenedor 1, el magnetómetro 12 está activado y determina los parámetros de la rotación en espín del contenedor o, más exactamente, la rotación en espín del imán permanente que está alojado en el contenedor. Los bobinas 8 a 10 se activan entonces de acuerdo con una secuencia determinada de control en la corriente de estas bobinas (que es función del valor del espín medido) con el fin de atenuar el valor de este espín. La posición relativa sonda-contenedor se mide mediante el Lidar o mediante una cámara y se corrige mediante unos propulsores (no representados) montados a bordo de la sonda. La matriz de inercia del contenedor se orienta de manera que se alinee su momento magnético con un eje de inercia intermedio y con el eje de simetría del dispositivo de captura del contenedor, lo que permite atenuar unos movimientos de acuerdo con tres ejes con un par resistente en dos ejes.

Cuando la velocidad de rotación en espín del contenedor haya sido atenuada suficientemente (típicamente <11 grados/segundo), se aplica a las bobinas 8 a 10 simultáneamente una corriente de polarización fija de momento magnético de control y un momento modulado, como en la fase inicial, para amortiguar las velocidades angulares. Gracias a esta atenuación, el momento magnético del imán del contenedor se alinea con el campo de polarización 14 (a la manera de la aguja de una brújula que se alinea sobre el campo magnético terrestre, véase la figura 3). El eje del cono 4 está entonces prácticamente confundido con el eje del cono 7. El control de la posición del contenedor se efectúa con la ayuda de medios convencionales (propulsión química de la sonda) a una reducida velocidad de aproximación.

Cuando el contenedor llega a una distancia reducida de la sonda (por ejemplo alrededor de 20 cm a 1 metro, véase la figura 4), se controla una bobina específica (no representada) de modo que se inicie un proceso de atracción del contenedor con relación a la sonda con ayuda de otro campo cuyas líneas de campo 15 convergen hacia la zona de captura de la sonda. El cono 4 del contenedor llega entonces a coincidir con el cono 7 de la sonda. El incremento de la fuerza de atracción magnética a medida que disminuye la distancia entre el contenedor y la sonda se controla ventajosamente mediante la regulación de la corriente de dicha bobina específica de tal manera que evita cualquier rebote del contenedor sobre la sonda.

Cuando el cono 4 del contenedor está en contacto con el cono 7, unos medios, por ejemplo unos medios mecánicos (no representados) se activan de manera que se transfiere el contenedor al interior de la sonda.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de captura de un contenedor de muestras de suelo planetario que se desplaza en el espacio, mediante una sonda que se desplaza igualmente en el espacio, **caracterizado porque** cuando la sonda (2) está en la órbita del contenedor (4), a una distancia de algunos metros de éste y la cara receptora (9) de la sonda está orientada hacia el contenedor, se genera a bordo de la sonda un primer campo magnético controlado para reducir las velocidades angulares del contenedor y orientarlo en una dirección privilegiada para la captura y, cuando éstas velocidades se convierten en despreciables y está situado en la orientación correcta, mientras se aproxima la sonda al contenedor, se inicia un proceso de atracción del contenedor con relación a la sonda con la ayuda de otro campo cuyas líneas de campo convergen hacia la zona de captura de la sonda.
- 10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** se utiliza el campo magnético del lado del contenedor, que sirve para el control y la atracción, para permitir a la sonda detectar su actitud con ayuda de un magnetómetro (12).
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el primer campo tiene un valor nominal de aproximadamente 50 a 100 A·m².
- 15 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, **caracterizado porque** la sonda detecta la proximidad del contenedor con ayuda de al menos uno de los sensores siguientes: un Lidar (11), una cámara o un sensor de HF.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la sonda comprende un propulsor anexo que permite modificar su actitud de acuerdo con seis grados de libertad.
- 20 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el proceso de atracción del contenedor se inicia cuando la distancia entre el contenedor y la sonda es de aproximadamente 20 cm a 1 metro.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** el proceso de atracción comprende una fase de subordinación de la corriente de las bobinas (8 a 10) de tal manera que evita cualquier rebote del contenedor sobre la sonda.
- 25 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque**, cuando el contenedor está en contacto con la sonda, se activan unos medios de manera que se transfiere el contenedor al interior de la sonda.

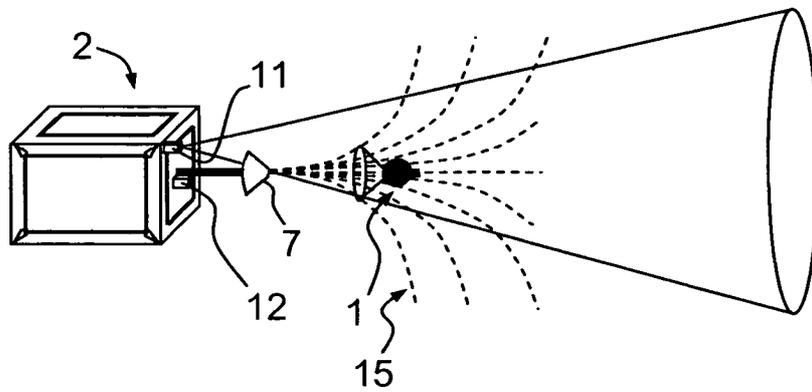
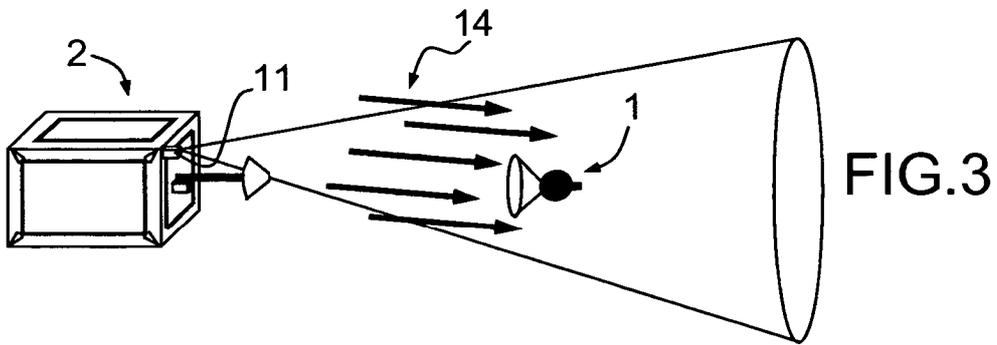
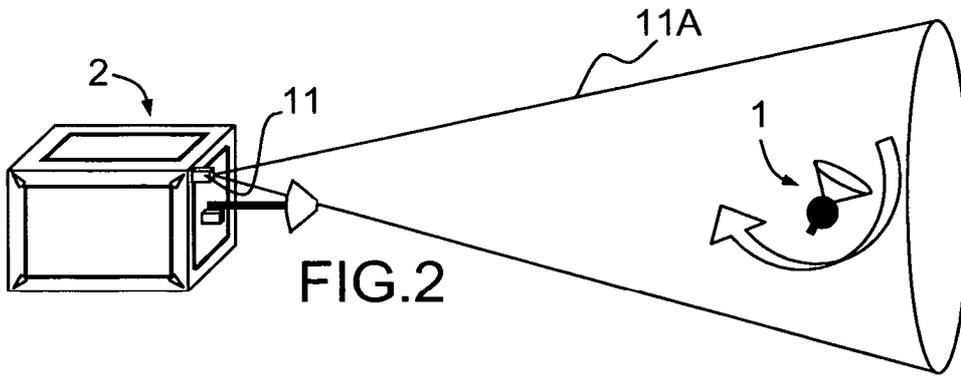
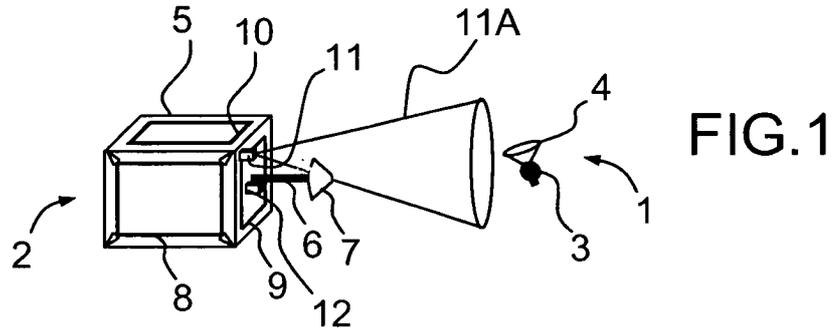


FIG. 4