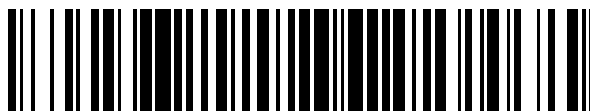


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 605**

51 Int. Cl.:

B64G 1/22 (2006.01)

B64G 1/64 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2010** **E 10185980 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2013** **EP 2319764**

54 Título: **Sistema de tirante activo que permite la sujeción y la liberación sin golpes de apéndices espaciales**

30 Prioridad:

10.11.2009 FR 0905401

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

24.10.2013

73 Titular/es:

THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR

72 Inventor/es:

LEGRAND, SILVAIN y
BAUDASSE, YANNICK

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 426 605 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

Sistema de tirante activo que permite la sujeción y la liberación sin golpes de apéndices espaciales

La presente invención se refiere al campo espacial y, de manera más precisa, consiste en un sistema de tirante activo que permite la sujeción y la liberación sin golpes de apéndices espaciales.

- 5 Por apéndices espaciales se entienden los equipos espaciales destinados a desplegarse en el espacio, como generadores solares o antenas, por ejemplo. La invención consiste en una solución simple y robusta que permite la liberación sin golpes de este tipo de apéndices espaciales.

Este tipo de sistema tiene como función, en primer lugar, mantener en posición recogida uno o varios apéndices espaciales, es decir, de forma general, los elementos móviles desplegables a ambos lados del cuerpo del satélite, y, en segundo lugar, liberar sin golpes dichos apéndices. La invención se refiere principalmente, pero no de manera exclusiva, al caso en el que los apéndices espaciales son unos generadores solares. El sistema de sujeción en la posición recogida y de liberación de los apéndices está principalmente constituido de forma tradicional por una tuerca rompible y por un tirante de tensado. En concreto, en los sistemas conocidos, el tirante participa, con la tuerca, en el tensado de una serie de elementos apilados, como unos generadores solares plegados unos sobre otros con el objetivo de minimizar el volumen del satélite de cara al lanzamiento, y que permiten el paso de las cargas de lanzamiento por fricción.

Sin embargo, es sabido que, en este tipo de dispositivo, el tirante presenta unos defectos geométricos que pueden ser importantes, en particular si el número de elementos apilados es elevado. Como se muestra en la figura 2, dichos defectos geométricos pueden ser unos defectos de inclinación o de desplazamiento por ejemplo. Estos defectos geométricos pueden generar unos defectos dinámicos que se traducen en unas fuerzas radiales o unos momentos de empotramiento que se ejercen en los extremos del tirante.

No tener en cuenta estos defectos puede generar graves averías, llegando incluso a no desplegarse los apéndices espaciales, y pudiendo implicar por lo tanto la pérdida de la misión.

Otro problema conocido reside en el golpe que se puede producir durante la liberación del tirante. El dispositivo de tuerca, mencionado con anterioridad, se encarga de liberar el tirante. Ahora bien, dicho tirante se encuentra, en el momento de su liberación, en un estado contraído y su brusca liberación puede causar unos golpes que pueden alterar los apéndices espaciales o al propio satélite. En el caso de determinados dispositivos actuales, el problema es doble. En efecto, en primer lugar, el tirante se libera mediante un cierre pirotécnico cuya explosión genera un primer golpe. A continuación, al tensarse el tirante antes de liberarse, su liberación brusca, ya comentada, puede generar daños al nivel de los apéndices espaciales o de la estructura portadora. Con el objetivo de minimizar este problema, se han desarrollado unas tuercas denominadas de bajo impacto, o « low shock » de acuerdo con la expresión anglosajona específica. Este tipo de tuercas, complejas, son por lo general de un solo uso y se pueden reacondicionar. Sin embargo, la característica « low shock » de estas tuercas solo se puede aplicar a la liberación del tirante, y no a la liberación de los apéndices propiamente dichos. En efecto, los defectos geométricos del tirante realmente no se compensan y, de manera particular, en el caso en el que el tirante es de gran tamaño, se sigue produciendo una expansión brusca del tirante que puede generar una sacudida a veces importante, llegando el tirante a golpear los apéndices espaciales. Esto se explica en particular por el hecho de que la liberación del tirante tensado sigue siendo sensible a las desviaciones angulares de dicho tirante.

En resumen, no existe ninguna solución satisfactoria en el estado de la técnica para superar a la vez los defectos geométricos del tirante y permitir su liberación sin golpes. La invención propone una solución simple y robusta para resolver este doble problema. Esta se basa esencialmente en el uso de un dispositivo de tirante activo, controlado por medio de un calentador interno a dicho tirante o externo.

Para este propósito, la invención tiene por objeto un dispositivo de tirante activo que permite la sujeción y la liberación sin golpes de apéndices espaciales, comprendiendo dicho dispositivo de tirante activo:

- 45 • una base fija;
- un tirante activo atornillado en dicha base fija;
- un mecanismo retráctil de liberación del tirante activo que permite, en posición recogida, la sujeción, en su lugar, de dicho tirante activo;
- 50 • una tuerca de tensado del conjunto, caracterizado porque dicho tirante activo comprende un calentador interno o externo, y porque dicho tirante activo está constituido al menos parcialmente por un material con un alto coeficiente de dilatación térmica, superior o igual a 20×10^{-6} , por ejemplo aluminio o aleaciones con memoria de forma, de tal modo que, bajo la acción del calentador interno o externo, el tirante activo se puede dilatar, replegando el mecanismo retráctil de liberación del tirante activo, y que permite en consecuencia la liberación sin golpes de dichos apéndices espaciales.
- 55 En un modo de implementación de la invención, el tirante está constituido por varias capas de materiales que alternan unas capas de materiales con un bajo coeficiente de dilatación térmica, inferior o igual a $1,5 \times 10^{-6}$, como el Invar™, y unas capas de materiales con un alto coeficiente de dilatación térmica, superior o igual a

aproximadamente 20×10^{-6} , por ejemplo aluminio o aleaciones con memoria de forma.

El material con bajo coeficiente de dilatación térmica puede ser Invar™.

El material con un alto coeficiente de dilatación térmica puede ser aluminio o cualquier material con memoria de forma.

5 Los apéndices espaciales son, por ejemplo, unos generadores solares o unas antenas.

De manera ventajosa el mecanismo retráctil de liberación del tirante activo está constituido por un conjunto de pinzas retráctiles sujetas en su posición por medio de unos muelles.

De manera ventajosa, la base fija puede comprender una rótula en la cual está atornillado el tirante activo, para facilitar la liberación sin golpes de dicho tirante activo.

10 La invención consiste, además, en un procedimiento de liberación sin golpes de apéndices espaciales, caracterizado porque comprende el uso de un dispositivo de tirante activo como el que se ha descrito con anterioridad, y que implementa las siguientes etapas:

- una etapa de liberación a lo largo de la cual el calentador interno o externo del tirante activo se activa y provoca el alargamiento de dicho tirante activo, y, bajo el efecto en particular del alargamiento del tirante activo, el mecanismo retráctil de liberación del tirante activo se contrae y deja el paso libre al tirante activo;
- 15 • una etapa de despliegue a lo largo de la cual se lleva a cabo la apertura completa de los apéndices espaciales.

De manera ventajosa, el procedimiento de acuerdo con la invención puede comprender, además, una etapa de reacondicionamiento de dicho dispositivo de tirante activo.

20 De manera ventajosa, al estar constituido el tirante activo por un material con memoria de forma, la etapa de reacondicionamiento se traduce en:

- el calentamiento del tirante por la acción del calentador interno o externo;
- la compresión del tirante por medio de una prensa;
- el enfriamiento del tirante activo, que recupera su forma inicial;
- el reposicionamiento de los apéndices espaciales y la recolocación del mecanismo retráctil de liberación del tirante activo.
- 25

Se mostrarán otras características y ventajas de la invención por medio de la descripción que sigue, que se hace en referencia a los dibujos adjuntos, que representan:

- la figura 1a: la vista esquemática de un satélite que comprende unos apéndices espaciales en posición recogida;
- 30 • la figura 1b: la vista esquemática de un satélite que comprende unos apéndices espaciales en proceso de despliegue;
- la figura 1c: la vista esquemática de un satélite que comprende unos apéndices espaciales en posición desplegada;
- la figura 2: la representación de forma simplificada del tipo de defectos geométricos y dinámicos que puede presentar un tirante;
- 35 • la figura 3: el esquema de un ejemplo de sistema de tirante activo de acuerdo con la invención, en posición recogida;
- la figura 4: el esquema de un ejemplo de sistema de tirante activo de acuerdo con la invención, en el disparo de la liberación del tirante;
- 40 • la figura 5: el esquema de un ejemplo de sistema de tirante activo de acuerdo con la invención, al inicio de la fase de despliegue de los apéndices espaciales;
- la figura 6: un ejemplo de tirante multicapa, de acuerdo con un modo de implementación de la invención.

Las figuras 1a, 1b, 1c tienen como objetivo presentar de manera muy simple un ejemplo de satélite que presenta unos apéndices espaciales desplegables. En estas tres figuras se representa un satélite constituido por un cuerpo S con, a ambos lados de dicho cuerpo S, unos apéndices espaciales AP, como unos generadores solares. En la figura 1a, los apéndices espaciales AP están en posición recogida. Los apéndices espaciales AP están en este caso constituidos cada uno por cuatro paneles plegados unos sobre otros y sujetos mediante un dispositivo adaptado. Este dispositivo adaptado comprende en este caso unos trípodes P sobre los cuales se apoyan los apéndices espaciales AP plegados, cooperando cada trípode P con un dispositivo no representado constituido, por ejemplo, por una tuerca rompible asociada a un tirante, atravesando cada tirante a cada panel al nivel de un casquillo 1 formado e integrado en dicho panel. Como se constata en las figuras 1a, 1b, 1c, existe en este contexto, para cada uno de los dos apéndices espaciales AP, seis trípodes P, asociados a seis tuercas y seis tirantes, y seis casquillos por panel.

Evidentemente, es en esta posición recogida en la que el satélite se debe integrar en la cubierta de la lanzadera espacial encargada de su lanzamiento.

La figura 1b representa el mismo satélite que en la figura 1a, pero sus apéndices espaciales AP están en proceso de despliegue. En efecto, el medio adaptado de sujeción de los apéndices espaciales AP permite la liberación de dichos apéndices espaciales AP en el momento oportuno, y los paneles solares se despliegan. El despliegue se puede controlar mediante un motor eléctrico no representado.

5 En la figura 1c, los apéndices espaciales AP están desplegados, permitiendo que el satélite lleve a cabo su misión.

La figura 2 ilustra el tipo de defectos geométricos, ya comentados con anterioridad, que puede presentar un tirante en un dispositivo de sujeción y de liberación de apéndices espaciales del estado de la técnica. Como se muestra en la figura 2, se pueden plantear problemas de inclinación I debido a que es imposible obtener un paralelismo perfecto entre los casquillos 1 de los apéndices espaciales y las tuercas rompibles 2. De la misma forma, un defecto de alineamiento entre un casquillo 1 y una tuerca 2 genera un defecto geométrico de desplazamiento D. Estos problemas de inclinación I y de desplazamiento D generan defectos dinámicos, tensiones que se ejercen sobre el tirante 10. Por ejemplo, dicho tirante 10 puede experimentar unas fuerzas radiales L, N, L', N' que se ejercen en sus extremos. Por otra parte, se pueden ejercer unos momentos de empotramiento M, M' debidos a la torsión del tirante 10 al nivel de la tuerca 2 y del casquillo 1. A causa de estos defectos geométricos, puede resultar difícil conseguir la liberación de los apéndices espaciales, lo que puede tener consecuencias graves para el desarrollo de la misión. En efecto, en el caso de que este tipo de defectos geométricos conllevara la imposibilidad de desplegar, por ejemplo, los generadores solares, la misión se echaría a perder.

Las figuras 3, 4, 5 representan el dispositivo de acuerdo con la invención, en un ejemplo de implementación, en las tres fases de uso.

20 La figura 3 representa el dispositivo de acuerdo con la invención en posición recogida. Los apéndices espaciales AP desplegables sujetos mediante el dispositivo de acuerdo con la invención pueden ser, por ejemplo, unos generadores solares. En el ejemplo de las figuras 3, 4, 5 estos están constituidos por cuatro paneles plegados unos sobre otros. Puede tratarse de cualquier otro tipo de apéndices espaciales desplegables. Los apéndices espaciales AP no están representados enteros, centrándose la atención en el dispositivo de acuerdo con la invención. Este dispositivo comprende una base fija 4, en la cual está atornillado un tirante activo 10 que incluye un calentador interno 13; dicho dispositivo también comprende una tuerca de tensado 3 y un mecanismo retráctil de liberación del tirante 11a, 11b, 12a, 12b.

Hay que señalar que en lugar de o como complemento del calentador interno 13, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende un calentador externo, no representado.

30 En el interior de cada panel, está formada al menos una abertura, en el interior de la cual está integrado un casquillo 1a, 1b, 1c, 1d. Estos casquillos 1a a 1d permiten el paso del tirante activo 10. En función del tamaño de los apéndices espaciales, pueden existir varias aberturas y otros tantos casquillos por elemento. Por ejemplo, como se representa en las figuras 1a a 1c, cada panel de un apéndice espacial AP puede comprender seis casquillos.

En posición recogida, el calentador interno 13 está inactivo. Los paneles están apilados unos sobre otros y atravesados por el tirante activo 10. En el extremo opuesto a la base fija 4, el mecanismo retráctil de liberación del tirante 11a, 11b, 12a, 12b permite la sujeción del apilamiento de paneles. Este mecanismo retráctil de liberación del tirante 11a, 11b, 12a, 12b está constituido, por ejemplo, por un conjunto de pinzas retráctiles 11a y 11b, respectivamente sujetas en sus posiciones mediante unos muelles 12a y 12b. Un ejemplo de mecanismo retráctil de liberación del tirante adaptado a la función de sujeción y de liberación necesaria para la implementación de la invención se describe, en particular en la patente francesa n°. 2857936. La función de este mecanismo retráctil de liberación del tirante 11a, 11b, 12a, 12b consiste, por una parte, en cooperar con el tirante activo 10 para sujetar los apéndices espaciales en su posición plegada, lo que permitirá recuperar las cargas causadas por el lanzamiento, y, por otra parte, recogerse en ausencia de tensión, para permitir el paso del tirante activo 10.

45 Por último, el dispositivo comprende una tuerca 3 de tensado del conjunto. Este tensado permite, en particular, el paso de las cargas de lanzamiento por fricción entre los diferentes elementos.

El esquema de la figura 4 representa la fase de liberación del tirante activo 10. En el momento adecuado, es decir para el despliegue de los apéndices espaciales AP, se activa el calentador interno 13. Dicho calentador interno 13 permite aumentar la temperatura del tirante activo 10 que, al estar constituido por un material adecuado, se dilata bajo el efecto del calor. El material empleado para el tirante activo 10 puede ser un material con un alto coeficiente de dilatación térmica, superior o igual a 20×10^{-6} , como por ejemplo aluminio. También puede tratarse de una aleación con memoria de forma. El tirante también puede tener una estructura más compleja tal y como se describe en la figura 6. Por efecto de la dilatación A del tirantea activo 10, el mecanismo retráctil de liberación del tirante 11a, 11b, 12a, 12b se pliega R sobre los muelles 12a, 12b para dejar que pase el tirante activo 10. Por lo tanto, puede comenzar el despliegue de los apéndices espaciales. Hay que señalar que, aunque no esté representada en las figuras, la base fija 4 puede comprender una rótula en la cual está fijado el tirante activo 10, pudiendo facilitar la presencia de esta rótula la liberación de dicho tirante activo 10.

La figura 5 simplemente representa el inicio del despliegue de los apéndices espaciales AP. A causa del alargamiento del tirante activo 10, dicho tirante activo que pasa a través de los casquillos 1a a 1d de los paneles, sin

tocarlos, se pueden desplegar los paneles. Cuando el alargamiento del tirante activo es suficiente, se puede desactivar el calentador interno 13.

5 Hay que señalar que durante una fase de pruebas en tierra, este tipo de dispositivo se puede reacondicionar, tras el despliegue de los apéndices, siempre y cuando el tirante activo 10 esté constituido por una aleación con memoria de forma. En este caso, basta con volver a plegar los paneles en su posición recogida y, tras el reacondicionamiento del tirante activo 10, volver a colocar el mecanismo retráctil de liberación del tirante 11a, 11b, 12a, 12b y, si fuera necesario, apretar la tuerca 3.

10 La figura 6 representa una solución alternativa a la que se representa en las figuras 3 a 5 relativa a la estructura del tirante activo 10. En efecto, las restricciones de colocación pueden imponer un tirante activo 10 con una longitud reducida. Se podrá utilizar en ese caso un tirante de tipo del de la figura 6, constituido por varias capas que alternan unas capas de material, con la referencia Al en la figura, con un alto coeficiente de dilatación térmica, superior o igual a 20×10^{-6} , por ejemplo aluminio o aleaciones con memoria de forma, y unas capas de material, con la referencia Inv en la figura, con un muy bajo coeficiente de dilatación, inferior o igual a $1,5 \times 10^{-6}$, como el Invar™.

15 En resumen, la invención presenta la ventaja de constituir una solución simple y robusta para los problemas técnicos enumerados con anterioridad, relativos a la liberación sin golpes de apéndices espaciales, y para la recuperación de los defectos geométricos de los tirantes utilizados en los dispositivos que permiten la sujeción y la liberación de dichos apéndices espaciales. La solución que ofrece la presente invención consiste principalmente en utilizar un dispositivo de tirante activo que comprende un calentador interno.

20 Hay que señalar que la presente invención se puede utilizar en muchos casos en los que es necesario el despliegue de apéndices espaciales, ya se trate de generadores solares, de antenas, o incluso de paneles de protección térmica, por ejemplo.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de tirante activo que permite la sujeción y la liberación sin golpes de apéndices espaciales (AP), comprendiendo dicho dispositivo de tirante activo:

- una base fija (4);
- un tirante activo (10) atornillado en dicha base fija (4);
- un mecanismo retráctil de liberación (11a, 11b, 12a, 12b) del tirante activo (10) que permite, en su posición recogida, la sujeción, en su lugar, de dicho tirante activo (10);
- una tuerca (3) de tensado del conjunto,

caracterizado porque dicho tirante activo (10) comprende un calentador interno (13) o externo, y **porque** dicho tirante activo (10) está constituido al menos parcialmente por un material con un alto coeficiente de dilatación térmica (Al), superior o igual a 20×10^{-6} , por ejemplo aluminio o aleaciones con memoria de forma, de tal modo que, bajo la acción del calentador interno (13) o externo, el tirante activo (10) se puede dilatar, retrayendo el mecanismo retráctil de liberación (11a, 11b, 12a, 12b) del tirante activo (10) y permitiendo, por lo tanto, la liberación sin golpes de dichos apéndice espaciales (AP).

2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el tirante activo (10) está constituido por varias capas de materiales que alternan unas capas de materiales con un bajo coeficiente de dilatación térmica (Inv), inferior o igual a $1,5 \times 10^{-6}$, como Invar™, y unas capas de materiales con un alto coeficiente de dilatación térmica (Al), superior o igual a 20×10^{-6} , por ejemplo aluminio o aleaciones con memoria de forma.

3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el material con bajo coeficiente de dilatación térmica (Inv) es Invar™.

4. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el material con un alto coeficiente de dilatación térmica (Al) es aluminio o cualquier material con memoria de forma.

5. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los apéndices espaciales (AP) son unos generadores solares, unas antenas o unos paneles de protección térmica.

6. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el mecanismo retráctil de liberación (11a, 11b, 12a, 12b) del tirante activo (10) está constituido por un conjunto de pinzas retráctiles (11a, 11b) sujetas en posición por medio de muelles (12a, 12b).

7. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la base fija (4) comprende una rótula en la cual está atornillado el tirante activo (10), para facilitar la liberación sin golpes de dicho tirante activo (10).

8. Procedimiento de liberación sin golpes de apéndices espaciales, **caracterizado porque** comprende el uso de un dispositivo de tirante activo (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, y **porque** implementa las siguientes etapas:

- una etapa de liberación a lo largo de la cual el calentador interno (13) o externo del tirante activo (10) es activado y provoca el alargamiento de dicho tirante activo (10), y, bajo el efecto en particular del alargamiento del tirante activo (10), el mecanismo retráctil de liberación (11a, 11b, 12a, 12b) del tirante activo (10) desaparece y deja el paso libre al tirante activo (10);
- una etapa de despliegue a lo largo de la cual se lleva a cabo la apertura completa de los apéndices espaciales (AP).

9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** comprende, además, una etapa de reacondicionamiento de dicho dispositivo de tirante activo (10).

10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** al estar constituido el tirante activo (10) por un material con memoria de forma, la etapa de reacondicionamiento se traduce en:

- el calentamiento del tirante (10) por la acción del calentador interno (13) o externo;
- la compresión del tirante activo (10) por medio de una prensa;
- el enfriamiento del tirante activo (10), que recupera su forma inicial;
- el reposicionamiento de los apéndices espaciales (AP) y la colocación de nuevo del mecanismo retráctil de liberación (11a, 11b, 12a, 12b) del tirante activo (10).

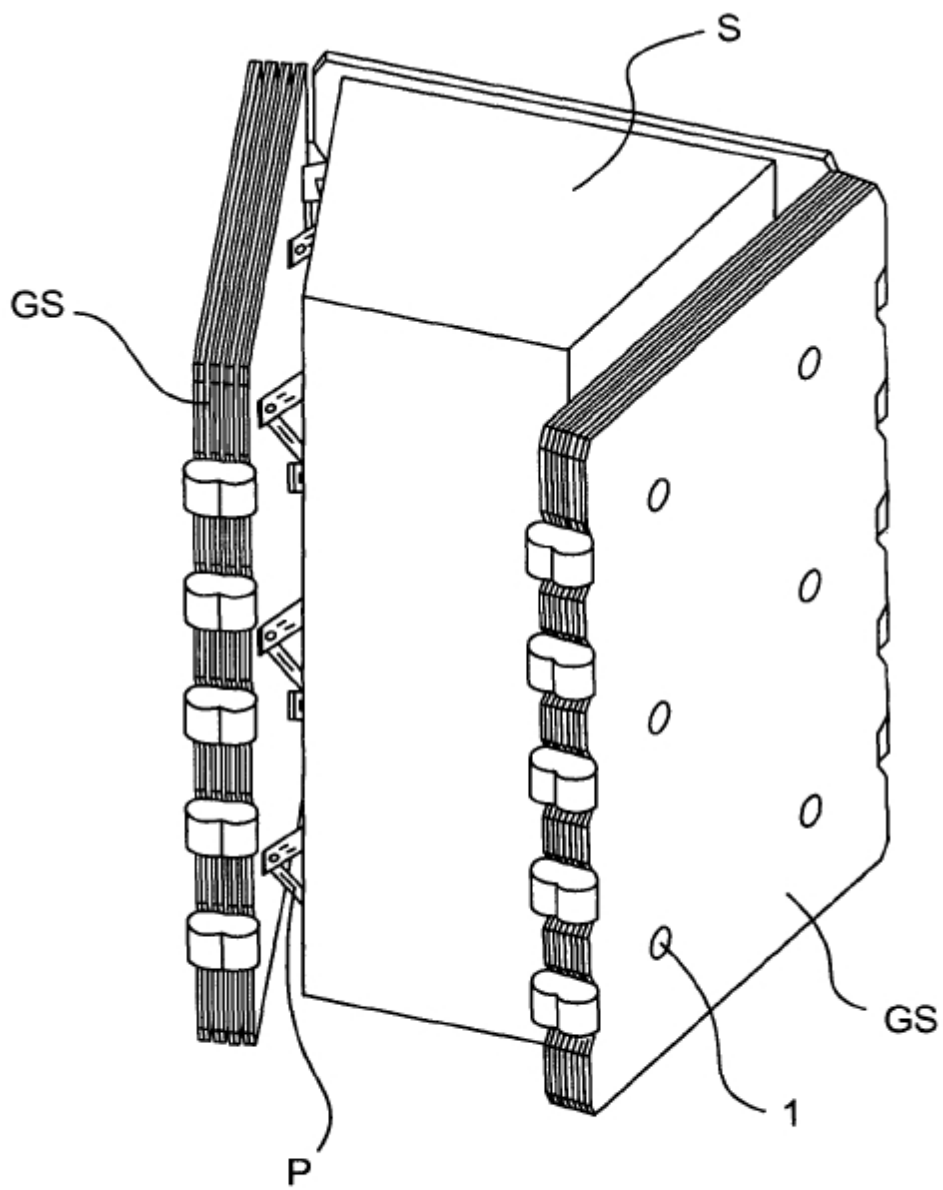
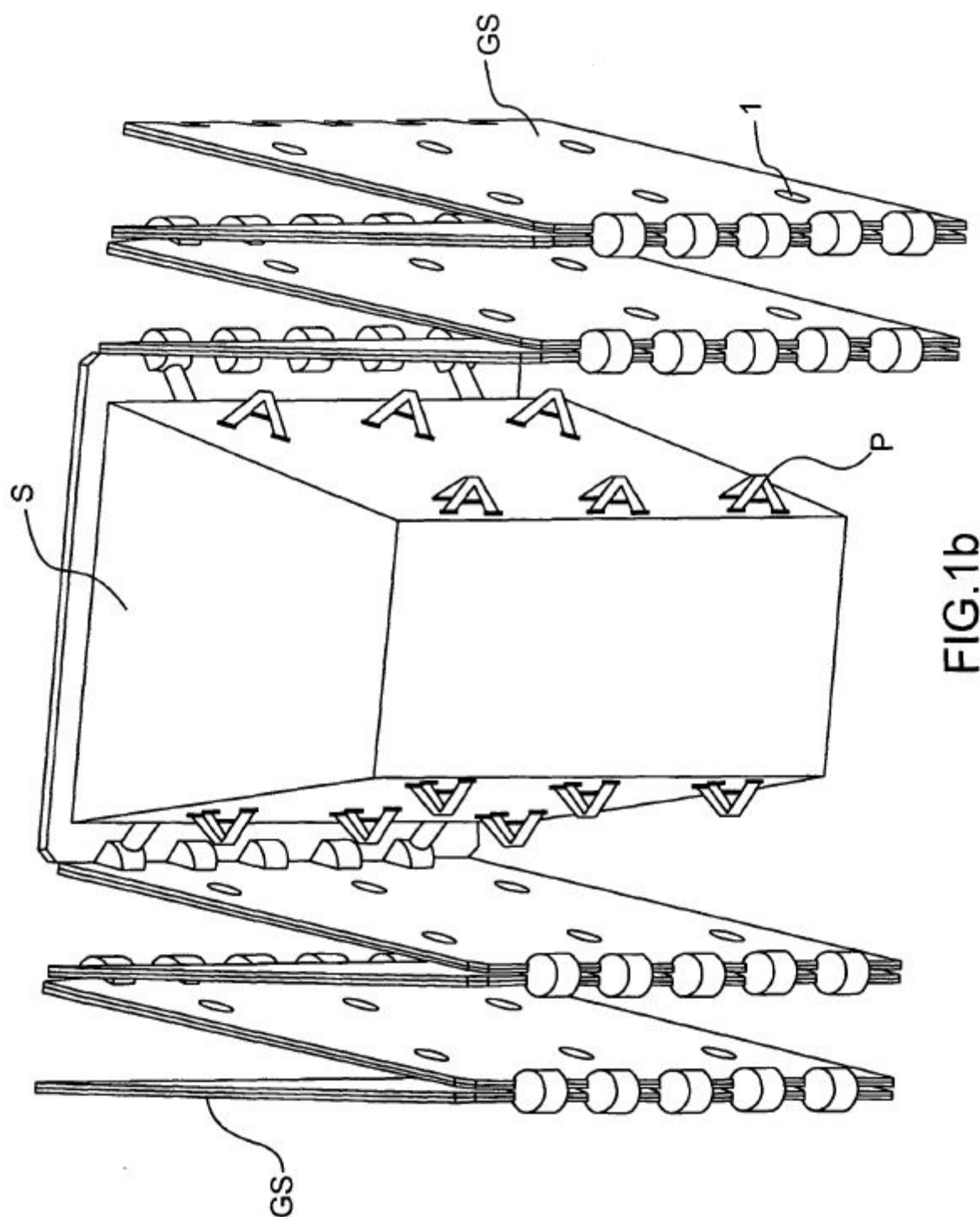


FIG.1a



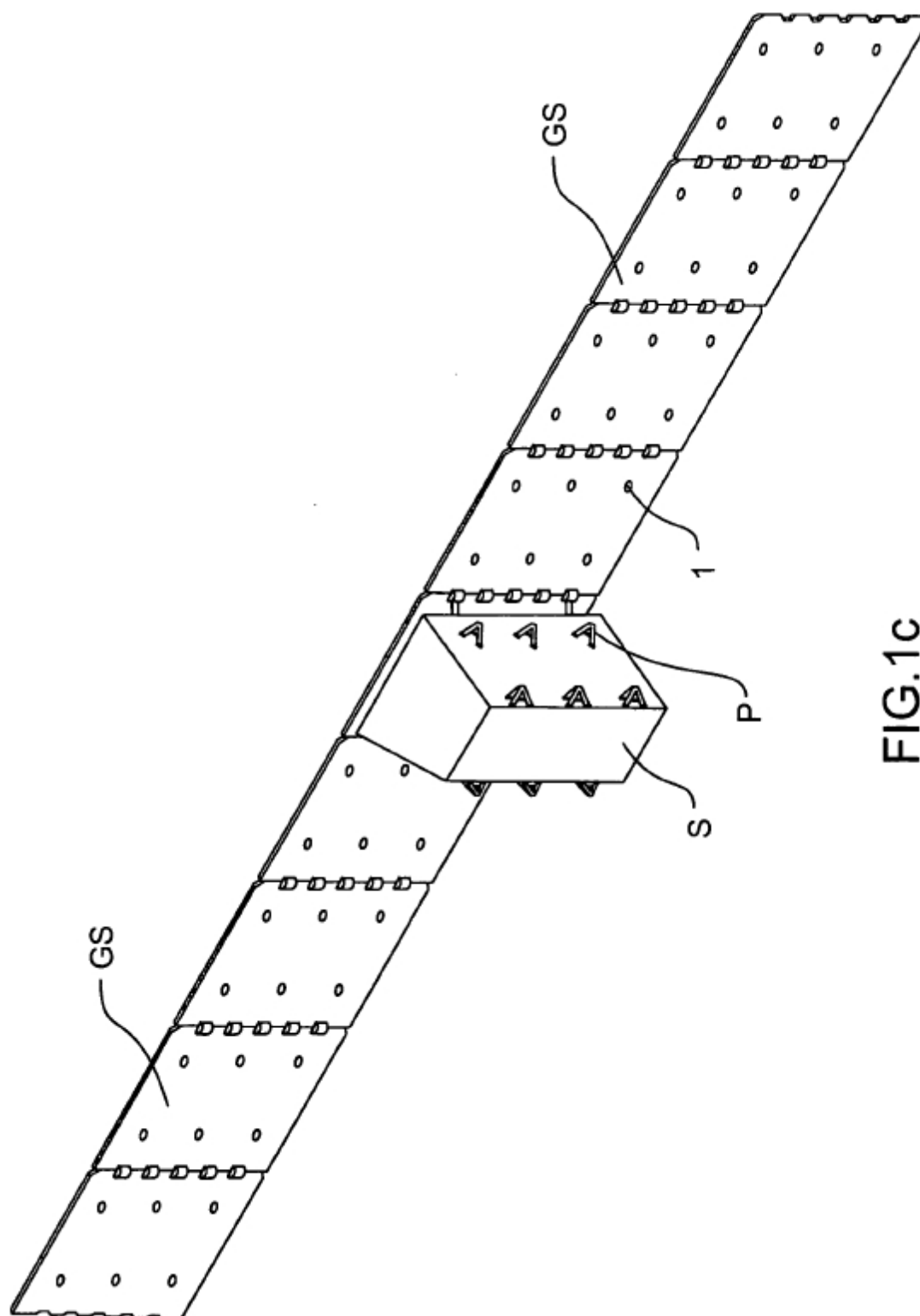


FIG. 1C

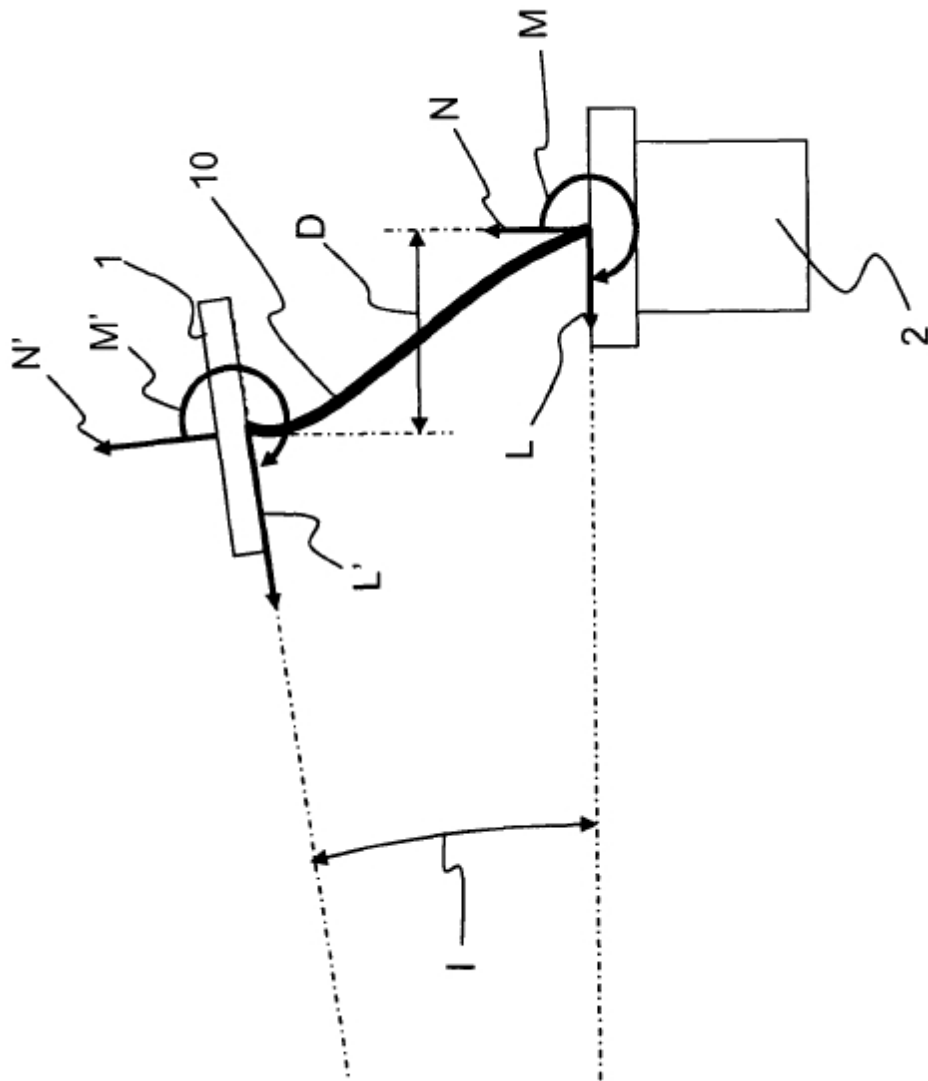


FIG.2

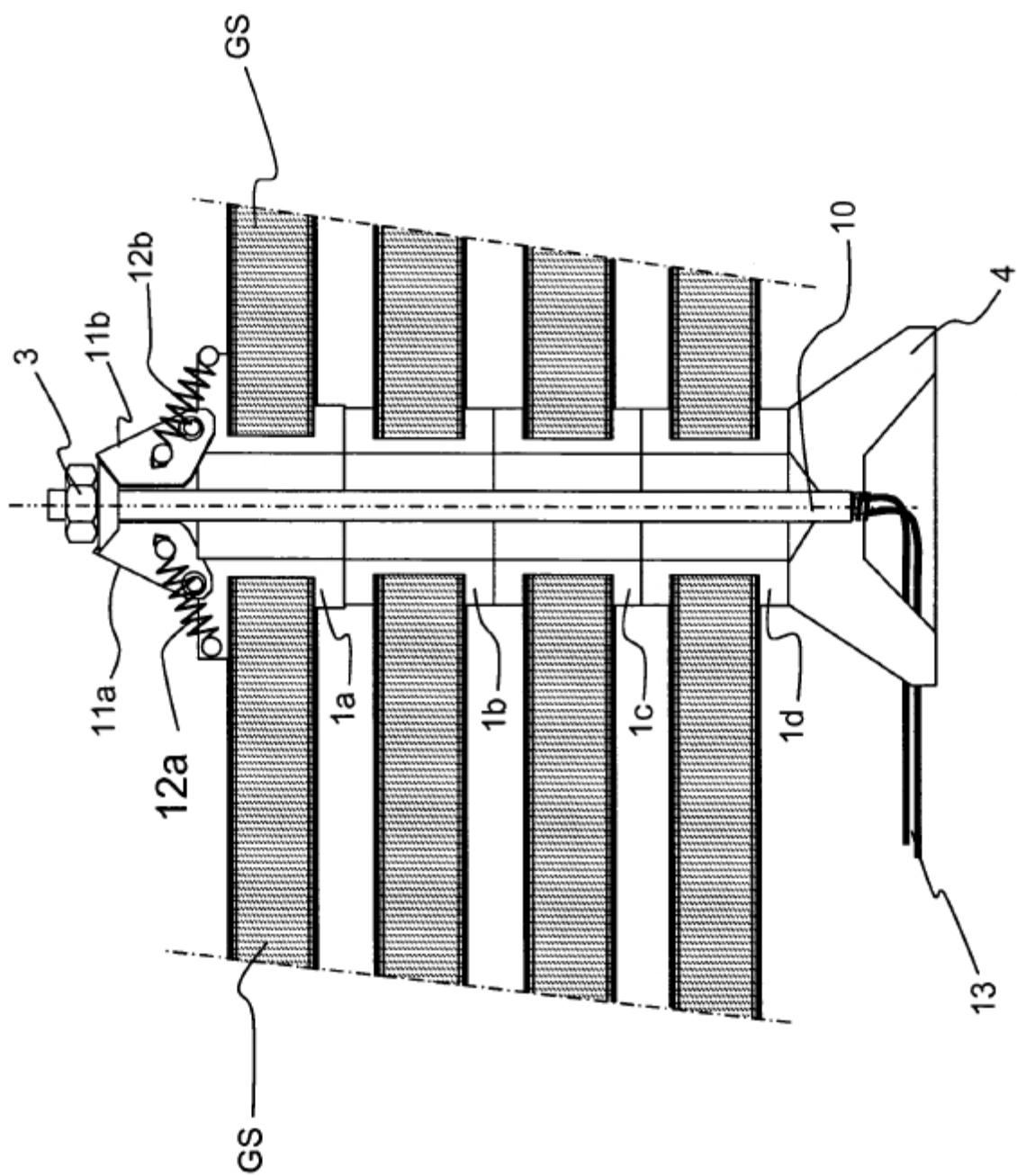
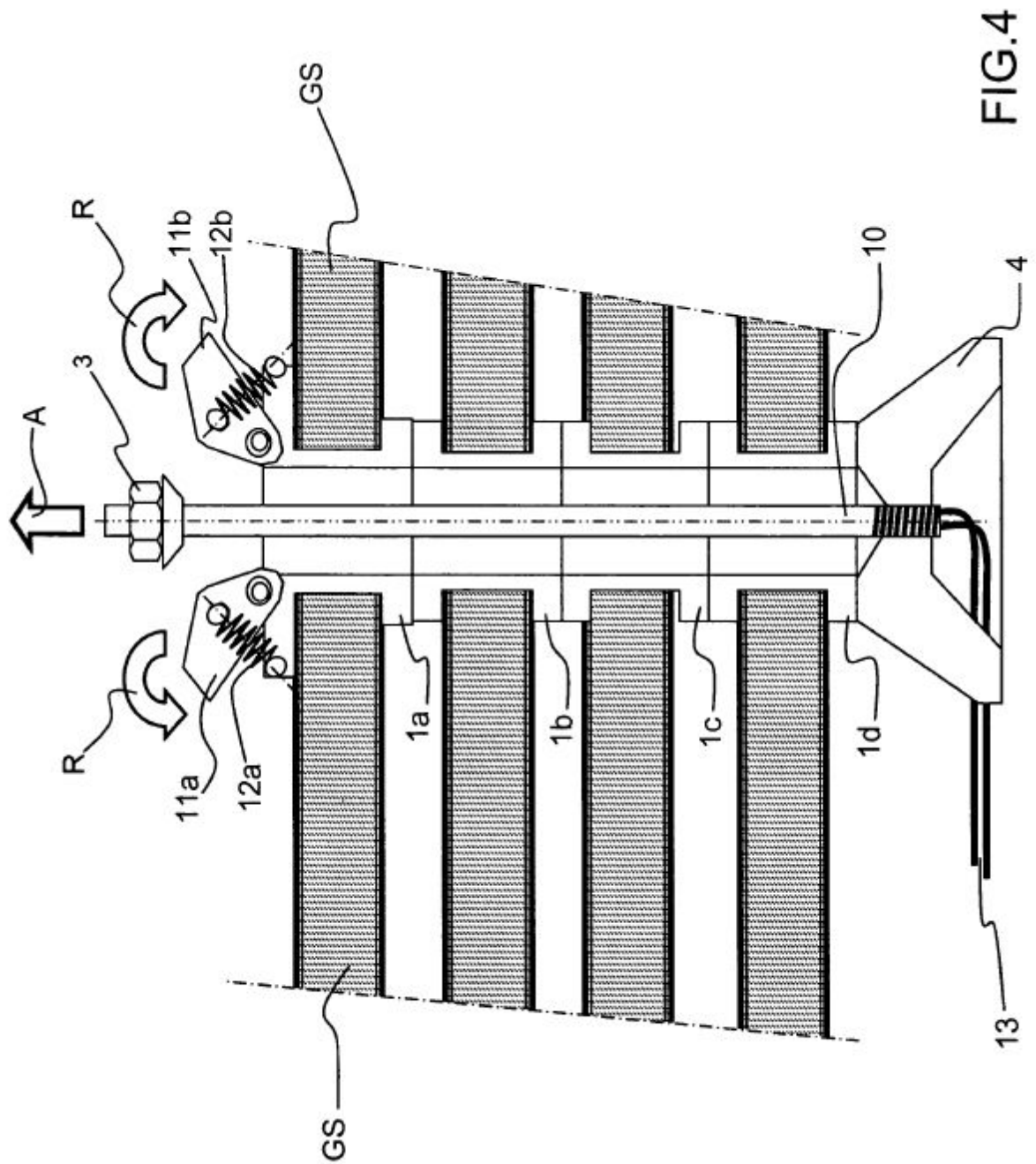


FIG. 3



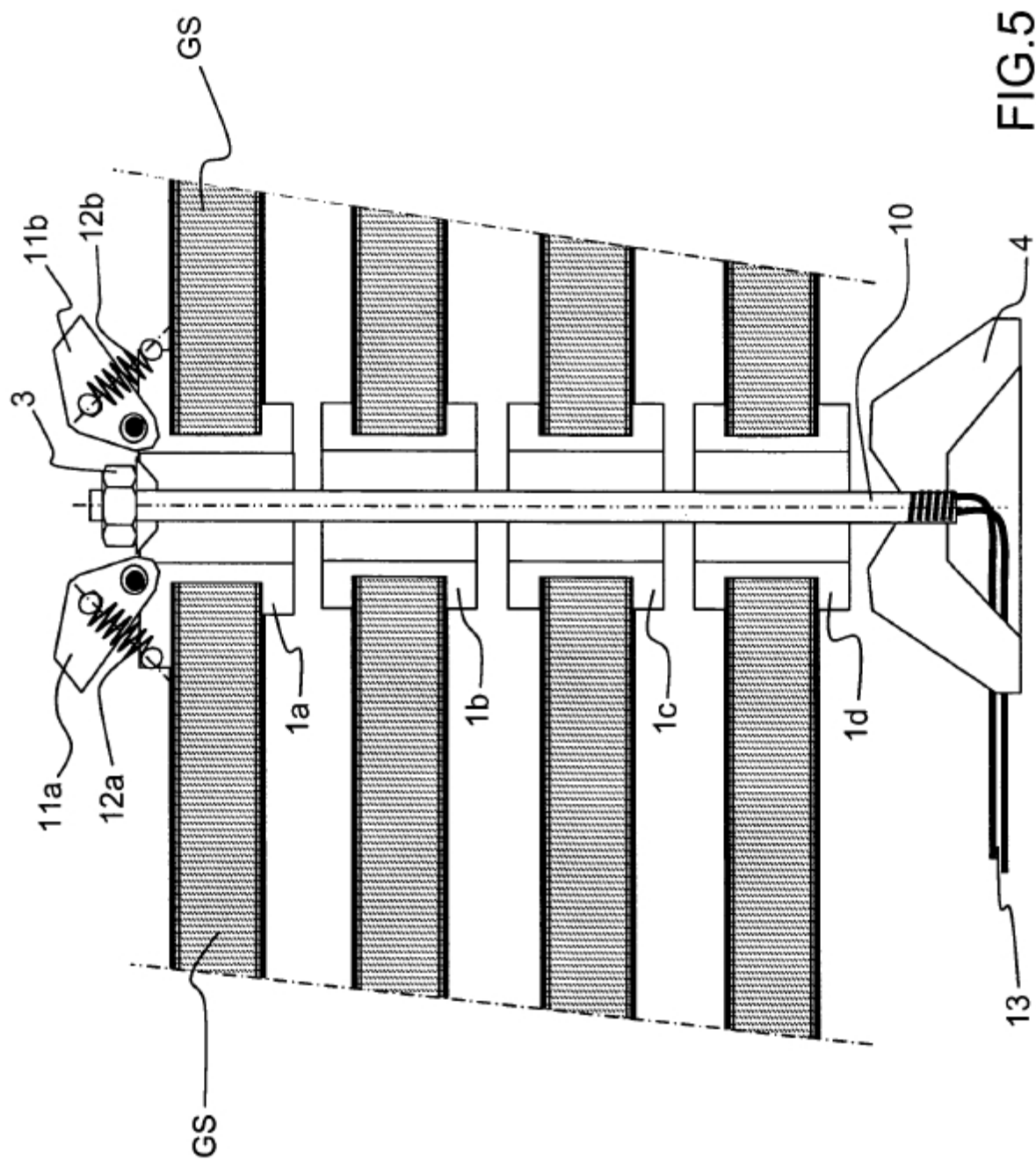


FIG. 5

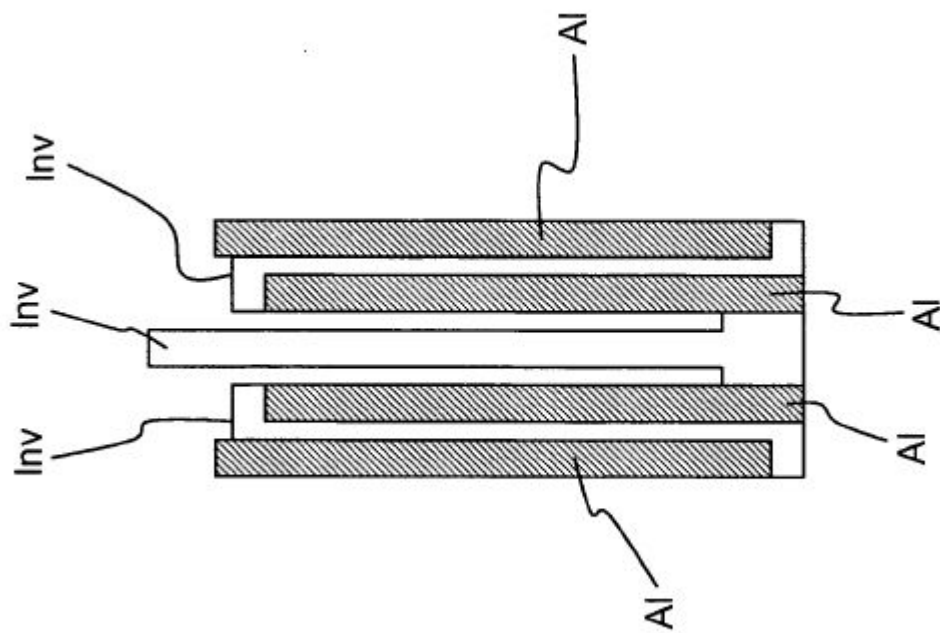


FIG.6