



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 284 045**

51 Int. Cl.:  
**G21C 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04763131 .2**

86 Fecha de presentación : **08.07.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1576617**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **21.09.2005**

54 Título: **Elemento combustible para reactor de agua a presión.**

30 Prioridad: **10.07.2003 DE 103 31 425**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.11.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.11.2007**

73 Titular/es: **AREVA NP GmbH**  
**Freyeslebenstrasse 1**  
**91058 Erlangen, DE**

72 Inventor/es: **Stabel, Jürgen;**  
**Borsdorf, Udo y**  
**Kunz, Heinz-Jürgen**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

**ES 2 284 045 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

Elemento combustible para reactor de agua a presión.

5 El presente invento hace referencia a un elemento combustible para un reactor de agua a presión con una pieza terminal y un sistema de muelle que sobresale de dicha pieza terminal formando un saliente axial y que puede someterse a presión reduciendo dicho saliente axial, tal y como ya se conoce por ejemplo a partir de la patente DE 201.18.297 U1.

10 En el tanque a presión de un reactor de agua a presión los elementos combustibles se encuentran situados entre una reja inferior de soporte del núcleo y una reja superior de soporte del núcleo, estando dichas rejas de soporte del núcleo fijadas a un tanque nuclear, que por lo general está fabricado en acero, mientras que las piezas estructurales del elemento combustible, que determinan la longitud axial del mismo, normalmente están compuestas por una aleación de zirconio para así poder absorber los neutrones. Los coeficientes de dilatación térmica del material de la estructura de soporte nuclear y del material de las piezas estructurales del elemento combustible difieren ampliamente entre sí, ya  
15 que el acero se dilata tres veces más que la aleación de circonio. Por tanto no es posible fijar rígidamente los extremos del elemento combustible a las rejas del núcleo.

20 Además, debe garantizarse que los elementos combustibles estén fijos en su posición axial y que se mantengan siempre sobre la reja inferior en distintas condiciones de funcionamiento (caliente, frío; funcionamiento estacionario, arranque y apagado del reactor).

25 Por consiguiente, es habitual colocar en un extremo (en la mayoría de los casos en el cabezal del elemento combustible) un sistema de muelle que sobresalga en dirección axial del elemento combustible y cuya fuerza elástica mantenga el elemento combustible, ya en el montaje, a una distancia axial predeterminada de la reja del núcleo pertinente y también lo mantenga a distancia, es decir que ejerza una fuerza de retención suficiente, cuando esta distancia disminuya durante el funcionamiento a causa de los distintos coeficientes de dilatación térmica de los materiales utilizados.

30 Debido a los cambios que sufre el material originados por la radiación, los elementos combustibles experimentan un crecimiento en longitud a lo largo de su vida útil, mientras que ese crecimiento en longitud prácticamente no se observa en la estructura de soporte. Por ese motivo, cuando el elemento combustible es nuevo, debe existir entre el cabezal del elemento combustible y la reja del núcleo una distancia tal que no interfiera en el elemento combustible cuando su longitud axial haya aumentado, por ejemplo tras cuatro ciclos de funcionamiento. De acuerdo con este aumento, debe diseñarse la fuerza elástica de tal manera que puedan controlarse tanto intersticios relativamente  
35 pequeños como intersticios relativamente amplios.

40 Entre las rejas de soporte del núcleo los elementos combustibles se disponen con una separación muy estrecha que sólo permite tolerancias reducidas ya que, en caso de tener que cambiar el elemento combustible, será necesario extraer el elemento combustible consumido del grupo de elementos combustibles. No obstante, se ha demostrado que los elementos combustibles con una vida útil creciente a menudo pueden presentar una deformación en forma de C o de S en su eje longitudinal. Incluso las deformaciones más pequeñas pueden hacer que al cambiar el elemento combustible la manipulación resulte dificultosa. Esta deformación de los elementos combustibles puede verse reforzada por las fuerzas de retención que actúan sobre éstos. Es evidente que en este caso las fuerzas de retención creadas (ejercidas) realmente por el sistema de muelle son superiores a lo necesario. En una situación ideal, es decir con un  
45 diseño óptimo, la diferencia entre la fuerza de retención creada y la fuerza de retención necesaria sería igual a cero. Cuando el reactor está en funcionamiento, se reduce el empuje de los elementos combustibles con respecto al estado en frío y por tanto también se reduce la fuerza de retención necesaria. La fuerza de retención creada por el sistema de muelle, reducida durante el funcionamiento por el incremento del intersticio y el aumento de la temperatura, sólo puede compensar este efecto en parte. Por tanto, la diferencia entre la fuerza de retención existente, es decir la fuerza  
50 creada por el sistema de muelle, y la fuerza de retención necesaria puede crecer en caliente con respecto al estado en frío.

55 La figura 4 muestra en un diagrama las fuerzas F ejercidas sobre un elemento combustible en relación con la temperatura T del medio refrigerante. Las curvas a y b representan las curvas límite para un intervalo de tolerancias de las fuerzas de retención F necesarias para compensar las fuerzas de empuje dinámicas y estáticas que actúan sobre el elemento combustible y que dependen de la temperatura de funcionamiento T del medio refrigerante, y para mantener éste sobre la reja inferior del núcleo. En la figura se observa que las fuerzas de retención F necesarias disminuyen cuando aumenta la temperatura de funcionamiento T.

60 Las curvas c y d representan la fuerza de compresión ejercida por un sistema de muelle compuesto por un acoplamiento en paralelo de 8 muelles helicoidales idénticos; esta fuerza de compresión disminuye debido a la diferencia de dilataciones térmicas de las piezas estructurales de la reja del núcleo y del elemento combustible y también por el crecimiento del intersticio provocado por el incremento de la temperatura T, aunque no lo hace en el mismo grado que las fuerzas de empuje. Las curvas c y d muestran el comportamiento del sistema de muelle en un elemento combustible al principio y al final de su vida útil (BOL = Begin Of Life, inicio de vida; EOL = End Of Life, final de vida).  
65 El crecimiento en longitud provocado por la radiación que se ha mencionado anteriormente y que contribuye a la reducción del intersticio y, con ello, al aumento de la fuerza de compresión al final de la duración de funcionamiento, se compensa con una relajación del sistema de muelle -con mayor vida útil- producida por la radiación, de tal manera

## ES 2 284 045 T3

que la fuerza de retención creada al final de la vida útil es mayor a una temperatura de funcionamiento T elevada que la fuerza de retención al inicio de la vida útil.

5 En la figura se observa también que la fuerza de retención efectiva, es decir, la fuerza con la que se asienta el elemento combustible sobre la reja inferior del núcleo y que viene dada por la diferencia entre la fuerza de retención necesaria y la fuerza de retención o compresión ejercida realmente por el sistema de muelle, es considerablemente inferior a temperaturas de funcionamiento bajas que a temperaturas de funcionamiento más elevadas. Esta fuerza de retención efectiva se representa en la figura por medio de barras. Normalmente, a una temperatura T de 50°C es unos 2-3 kN inferior que a la temperatura de funcionamiento (unos 300°C). Dicho de otro modo, a la temperatura de funcionamiento, las fuerzas ejercidas por el sistema de muelle son demasiado elevadas y pueden provocar una flexión no deseada del elemento combustible.

15 En la patente JP 08-036 078 A se da a conocer un elemento combustible en el que se prevé un sistema de muelle compuesto de varios muelles para garantizar de este modo la correcta fuerza de retención durante toda la vida útil del elemento combustible. En la forma de realización conocida a partir de un recorrido de muelle determinado se conectan en serie varios muelles secundarios mediante un carro con soporte corredizo accionado por un muelle primario. Sin embargo, este tipo de sistema de muelle es costoso desde el punto de vista estructural.

20 El presente invento se basa en el objetivo de proporcionar un elemento combustible en el que con escaso gasto técnico se reduzcan las fuerzas de deformación axiales que actúan sobre el elemento combustible de un reactor de agua a presión, al menos a una temperatura de funcionamiento elevada.

25 El objetivo mencionado se resuelve según el invento mediante un elemento combustible con las características de la reivindicación 1. Este elemento combustible para un reactor de agua comprende una pieza terminal y un sistema de muelle que sobresale de dicha pieza terminal formando un saliente axial y que puede someterse a presión reduciendo dicho saliente axial, con al menos un elemento elástico primario y un elemento elástico secundario conectado permanentemente en serie a aquél, estando uno de los elementos elásticos pretensado de tal manera que la constante elástica del sistema de muelle por debajo de una fuerza límite la crea únicamente el otro elemento elástico.

30 Con esta medida puede ajustarse de forma simple la característica de elasticidad del sistema de muelle, de tal modo que la fuerza de retención efectiva, en particular a temperaturas de funcionamiento elevadas del medio refrigerante, no supera un valor límite predeterminado y evita ampliamente que la fuerza de retención se incremente a altas temperaturas de funcionamiento, como ocurre en el estado de la técnica, sin que para ello precise de un cierre o un mecanismo de desbloqueo móvil.

35 En una forma de realización ventajosa del presente invento los elementos elásticos primario y secundario contribuyen a la constante elástica a partir de una fuerza límite predeterminada. De este modo, la fuerza de retención máxima existente durante el estado de funcionamiento en caliente, la cual se deriva de las tolerancias relativamente elevadas de los elementos combustibles montados, se reduce significativamente por la acción del sistema de muelle, que es menos rígido a causa de la conexión en serie. De manera correspondiente, también se reduce la fuerza de retención existente en el medio.

45 En una configuración ventajosa del presente invento, el elemento elástico primario posee una constante elástica inferior a la del elemento elástico secundario y está pretensado con la fuerza límite, de tal manera que, al alcanzarse la fuerza límite, el elemento elástico secundario más rígido llega al tope haciendo que la fuerza elástica que queda al aumentar la fuerza de compresión la ejerza únicamente el elemento elástico primario y que, de este modo, este elemento elástico primario más flexible sea capaz de absorber tolerancias elevadas.

50 A continuación se expone el presente invento con más detalle haciendo referencia a los dibujos. Las figuras muestran:

La figura 1 muestra dos configuraciones alternativas de la pieza terminal de un elemento combustible según el presente invento en vista en planta y corte transversal respectivamente;

55 La figura 2 muestra un diagrama en el que se registra la fuerza elástica ejercida por el sistema de muelle según el presente invento en función del recorrido de muelle;

60 La figura 3 muestra un diagrama en el que se registran las fuerzas que actúan sobre un elemento combustible según las figuras 1a y 1b en función de la temperatura de funcionamiento del medio refrigerante;

La figura 4 muestra un diagrama en el que se registran las fuerzas que actúan sobre un elemento combustible según el estado de la técnica en función de la temperatura de funcionamiento del medio refrigerante.

65 Según la figura 1, el elemento combustible 2 comprende una pieza terminal 4, en el ejemplo una pieza de cabezal con forma de marco cuadrado, sobre el cual se apoya un mecanismo de muelles 6a, b que está compuesto de varios sistemas de muelle 8a, b conectados en paralelo, en el ejemplo 8 sistemas de muelle, de los que sólo se ven 4. Los sistemas de muelle 8a, b presentan en estado de reposo un saliente  $L_a$ ,  $L_b$  que sobresale de la pieza de cabezal y que es mayor que la anchura del intersticio s (representado en la figura en línea discontinua) que queda entre la reja

## ES 2 284 045 T3

superior del núcleo y la pieza de cabezal cuando el elemento combustible está montado. En la figura se ha representado  $L_a = L_b = L$  por motivos de simplificación.

5 Los sistemas de muelle 8a, b conectados en paralelo entre sí están compuestos a su vez por un elemento elástico primario 10a, b y un elemento elástico secundario 12a, b conectado en serie a aquél con constantes elásticas  $c_{a1}$ ,  $c_{a2}$  y  $c_{b1}$ ,  $c_{b2}$  respectivamente. En la figura, el acoplamiento en serie de los elementos elásticos 10a, b y 12a, b se indica mediante una brida de apoyo 14a, b.

10 En la forma de realización según la figura 1a, el elemento elástico primario 10a está pretensado de tal manera que la constante elástica  $c_a$  del sistema de muelle 8a, al actuar sobre dicho sistema de muelle 8a una fuerza de compresión inferior a una fuerza límite  $F_{Ga}$ , viene determinada únicamente por la constante elástica  $c_{a2}$  del elemento elástico secundario 12a. En el ejemplo de realización el elemento elástico primario 10a posee una constante elástica mayor  $c_{a1} > c_{a2}$ . Al alcanzarse la fuerza límite predeterminada  $F_{Ga}$  el elemento elástico secundario 12a llega al tope (las espiras de los muelles entran en contacto) de tal manera que la constante elástica  $c_a$  de todo el sistema de muelle 8a viene  
15 determinada por el elemento elástico primario 10a, más rígido, y de este modo es mayor que la constante elástica  $c_a = c_{a2}$  del acoplamiento en serie antes de que el elemento elástico secundario 12a llegase al tope.

Una configuración alternativa se representa en la subfigura 1b, cuyo mecanismo de muelles 6b contiene sistemas de muelle 8b que también constan de sendos acoplamientos en serie de un elemento elástico primario 10b y un elemento elástico secundario 12b separados en el espacio por una brida de apoyo 14b. En este ejemplo de realización, sin embargo, el elemento elástico primario 10b presenta una constante elástica menor  $c_{b1} < c_{b2}$  a la del elemento elástico secundario 12b, aunque está pretensado con una fuerza de pretensión tal que, al producirse pequeñas desviaciones, sólo se somete a presión el elemento elástico secundario 12b con la mayor constante elástica  $c_{b2}$ . Por tanto, la constante elástica  $c_b$  del sistema de muelle 8 es igual a la constante elástica  $c_{b2}$  del elemento elástico secundario 12b hasta  
25 alcanzada una fuerza límite  $F_{Gb}$ . El elemento elástico secundario 12b con la constante elástica mayor  $c_{b2}$  puede dimensionarse de tal forma que, al alcanzarse la fuerza límite  $F_{Gb}$ , que puede ser igual a la fuerza de pretensión que actúa sobre el elemento elástico primario 10b, llegue al tope y, de ese modo, para las fuerzas de compresión mayores a dicha fuerza límite  $F_{Gb}$  la constante elástica  $c_b$  del sistema de muelle 8b venga determinada únicamente por el elemento elástico primario 10b con la constante elástica menor  $c_{b1}$ .

30 Sin embargo, en principio también es posible una forma de realización en la que el elemento elástico secundario 12b no llegue a un tope, de manera que al superarse la fuerza límite  $F_{Gb}$  la constante elástica  $c_b$  viene determinada por el acoplamiento en serie efectivo de los elementos elásticos primario y secundario 10b, 12b de acuerdo con  $1/c_b = 1/c_{b1} + 1/c_{b2}$  y siempre es inferior a la constante elástica  $c_{b2}$  del elemento elástico secundario 12b. Asimismo, en esta forma de realización no es necesario que el elemento elástico secundario 12b, no pretensado, presente una constante elástica  $c_{b2}$  mayor a la del elemento elástico 10b.

40 Esto posee la ventaja de que las fuerzas de retención existentes se absorben suavemente, en particular en el caso del funcionamiento en caliente, crítico para la deformación de los elementos combustibles.

En la representación de la figura 1b se observa que la pretensión se lleva a cabo mediante un perno 15 que se atornilla a la pieza de cabezal desde el interior del sistema de muelle 8b y que está provisto de un tornillo de ajuste 16 en su extremo libre. El cabezal del tornillo de ajuste 16 se apoya sobre un reborde interno anular de una camisa 18 dispuesta en el interior del elemento elástico primario 10b, la cual presenta en su extremo que sobresale del elemento elástico 10b una brida de apoyo 20 de forma anular, sobre la que se apoya el elemento elástico 10b. La pretensión del ejemplo de realización representado en la figura 1 también puede realizarse de manera análoga.

50 En las subfiguras 1a, 1b aparecen como elementos elásticos dos muelles helicoidales individuales. En principio, también es posible componer el sistema de muelle con un único muelle helicoidal que presente como elementos elásticos zonas con espiras de distintas anchuras. Además, en principio también pueden preverse más de dos elementos elásticos (muelles individuales o distintas zonas de espiras) en los sistemas de muelle. Asimismo, en lugar de muelles helicoidales también pueden emplearse muelles de hoja o grupos de muelles de disco unidos y dimensionados adecuadamente.

55 La figura 2 muestra con la ayuda de un gráfico básico la fuerza de compresión  $F$  ejercida por los sistemas de muelle 8a, b representados en la figura 1 en función de la desviación  $x = L_{a,b} - s$ . Las curvas e y f reproducen el comportamiento de los sistemas de muelle 8a y 8b respectivamente de acuerdo con la subfigura 1a y la subfigura 1b respectivamente.

60 De acuerdo con las curvas e y f, al inicio de la desviación la constante elástica  $c_a$  del acoplamiento en serie del elemento elástico primario 10a y el elemento elástico secundario 12a viene dada únicamente por la constante elástica  $c_{a2}$  del elemento elástico secundario 12a. A partir de determinada fuerza límite  $F_{Ga}$ , a la que pertenece la desviación  $x_{Ga}$  del acoplamiento en serie de los elementos elásticos 10a y 12a, el elemento elástico secundario 12a llega al tope, de tal manera que la constante elástica  $c_a$  viene determinada exclusivamente por el elemento elástico primario 10a, que es mayor a la constante elástica  $c_{a2}$  del elemento elástico secundario 12a. Dicho de otro modo, la constante elástica  $c_a$  del sistema de muelle 8a aumenta abruptamente cuando la desviación  $x = x_{Ga}$ , o visto del modo opuesto, disminuye abruptamente.  
65

## ES 2 284 045 T3

Es distinta la situación que se produce con el ejemplo de realización según la figura 1b (curva f), donde hasta alcanzarse la fuerza límite  $F_{Gb}$ , es decir la fuerza de pretensión del elemento elástico más flexible 10b, la constante elástica  $c_b$  del sistema de muelle 8b viene determinada únicamente por el elemento elástico secundario 12b con la constante elástica  $c_{b2}$ . En caso de que este elemento elástico secundario 12b esté dimensionado de tal forma que llegue al tope justo cuando se produce la fuerza de pretensión del elemento elástico primario 10b (desviación  $x_{Gb}$ ), el resto de la compresión de todo el sistema de muelle 8b vendrá determinado exclusivamente por la constante elástica  $c_{b1}$  del elemento elástico primario 10b. Si éste, tal y como se representa en el ejemplo de realización, es más flexible que el elemento elástico secundario 12b, la constante elástica  $c_b$  del sistema de muelle 8b disminuye abruptamente al alcanzarse la fuerza límite  $F_{Gb}$ . Se obtiene el mismo recorrido de curva cuando la constante elástica  $c_{b1}$  del elemento elástico primario 10b es mayor o igual a la constante elástica  $c_{b2}$  del elemento elástico secundario 12b y el elemento elástico secundario 12b no da con el tope.

La figura 3 muestra una situación que se produce con los ejemplos de realización según las subfiguras 1a, b y la figura 2. Las curvas a y b se corresponden con la banda de tolerancia -ya explicada más detalladamente con referencia a la figura 4- relacionada con las fuerzas de empuje que actúan sobre el elemento combustible de forma dinámica y estática.

Al aumentar la temperatura de funcionamiento T del medio refrigerante, también se incrementa, debido a la mayor dilatación en longitud de la estructura de soporte, el intersticio s y, con ello, disminuye la fuerza de compresión ejercida en cada caso por los sistemas de muelle 8a, b. Las curvas g y h reproducen en una representación teórica cómo se produce esta situación en los sistemas de muelle 8a y b.

En la parte izquierda de la curva g, es decir, hasta el punto de inflexión  $K_a$ , la constante elástica  $c_a$  del sistema de muelle 8a está determinada únicamente por la constante elástica  $c_{a1}$  del elemento elástico 10a, más rígido, ya que el elemento elástico secundario 12a se encuentra contra el tope. Al aumentar la temperatura de funcionamiento T del medio refrigerante crece el intersticio s de modo que la fuerza de compresión F que actúa sobre el sistema de muelle 8a supera la fuerza límite  $F_{Ga}$ . Esto hace que la constante elástica  $c_a$  disminuya abruptamente de manera que la fuerza ejercida por el sistema de muelle 8a a la derecha del punto de inflexión  $K_a$ , al aumentar la temperatura de trabajo T, cae con menos inclinación que a la derecha del mismo.

El ejemplo de realización representado en la curva f de la figura 2 se indica en la figura 3 con la curva h. En este ejemplo de realización, el descenso de la fuerza ejercida por el sistema de muelle 8b viene determinado por la constante elástica  $c_{b1}$  del elemento elástico primario 10b más blando o, si los dos elementos elásticos 10b, 12b están activos, por la constante elástica  $1/c_b = 1/c_{b1} + 1/c_{b2}$  menor del acoplamiento en serie. Al alcanzarse la fuerza límite  $F_{Gb}$  (punto de inflexión  $K_b$ ), la fuerza elástica disminuye debido a que a partir de ese momento sólo actúa el elemento elástico secundario 12b dotado de una rigidez mayor  $c_{b2}$ , como se observa en la curva h a la derecha del punto de inflexión  $K_b$ .

A través de una combinación adecuada de dos o más elementos elásticos en un mismo sistema de muelle es posible obtener una línea característica de elasticidad no lineal en la que la fuerza de retención efectiva sea uniforme en todo el rango de temperaturas de funcionamiento, es decir, en la que las curvas g, h sean prácticamente paralelas a las curvas a, b, y no se superen los valores críticos.

### Lista de números de referencia

45	2	elemento combustible
	4	pieza terminal
50	8a, b	sistema de muelle
	10a, b	elemento elástico primario
	12a, b	elemento elástico secundario
55	14a, b	brida de apoyo
	15	perno
60	16	tornillo de ajuste
	18	camisa
	20	brida de apoyo
65	L	saliente

## ES 2 284 045 T3

$F_{Ga}, F_{Gb}$

fuerza límite

$c_a, c_b, c_{a1}, c_{a2}, c_{b1}, c_{b2}$

constante elástica

5

$F_{Ga}, F_{Gb}$

fuerza límite.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**REIVINDICACIONES**

5 1. Elemento combustible (2) para un reactor de agua a presión con una pieza terminal (4) y un sistema de muelle (8a, b) que sobresale de dicha pieza terminal (4) formando un saliente axial (L) y que puede someterse a presión reduciendo dicho saliente axial (L), provisto de un elemento elástico primario (10a, b) y un elemento elástico secundario (12a, b) conectado permanentemente en serie a aquél, estando uno de los elementos elásticos pretensado (10a, b) de tal manera que la constante elástica ( $c_a$ ,  $c_b$ ) del sistema de muelle (8a, b) por debajo de una fuerza límite ( $F_{Ga}$ ,  $F_{Gb}$ ) es igual a la constante elástica del otro elemento elástico (12a, b).

10 2. Elemento combustible según la reivindicación 1 en el que tanto el elemento elástico primario como el elemento elástico secundario (10b y 12b) contribuyen en la constante elástica ( $c_b$ ) por encima de una fuerza límite ( $F_{Ga}$ ) predeterminada.

15 3. Elemento combustible según la reivindicación 1 en el que el elemento elástico primario (10b) posee una constante elástica ( $c_{b1}$ ) inferior a la del elemento elástico secundario (12b), y en el que el elemento elástico primario (10b) está pretensado a la fuerza límite ( $F_{Gb}$ ) de tal forma que, hasta que se alcanza la fuerza límite ( $F_{Gb}$ ), la constante elástica ( $c_b$ ) viene determinada únicamente por el elemento elástico secundario (12b), el cual se detiene contra el tope al alcanzarse la fuerza límite ( $F_{Gb}$ ) de modo que la fuerza de compresión ( $c_b$ ) restante la crea únicamente el elemento elástico primario (10b).

25

30

35

40

45

50

55

60

65

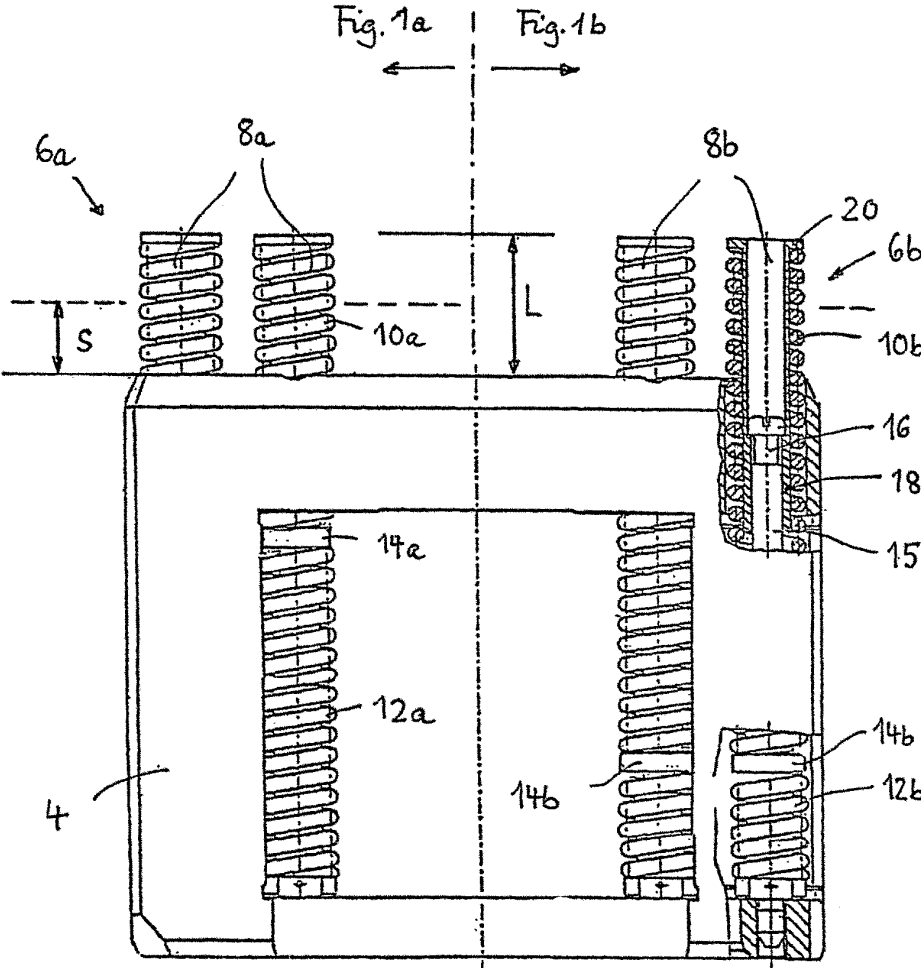


Fig. 1

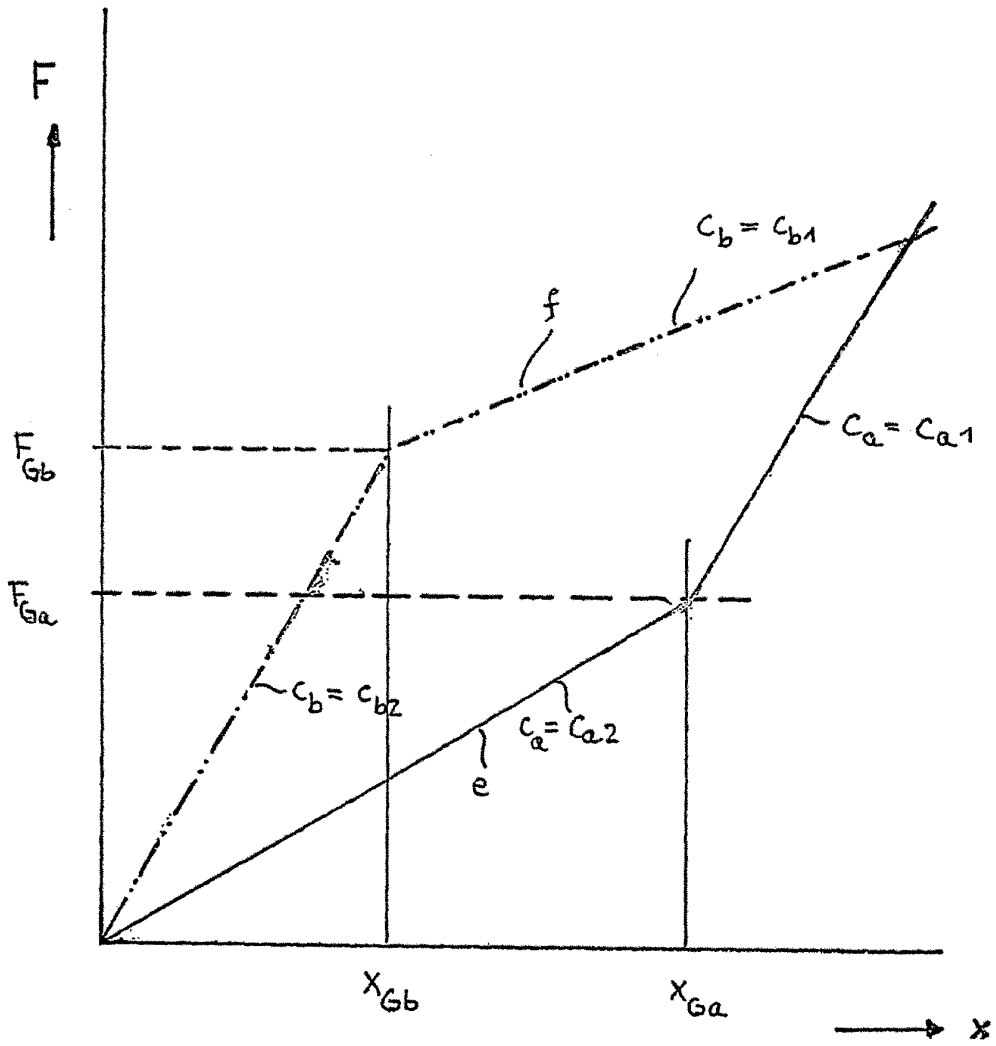


Fig.2

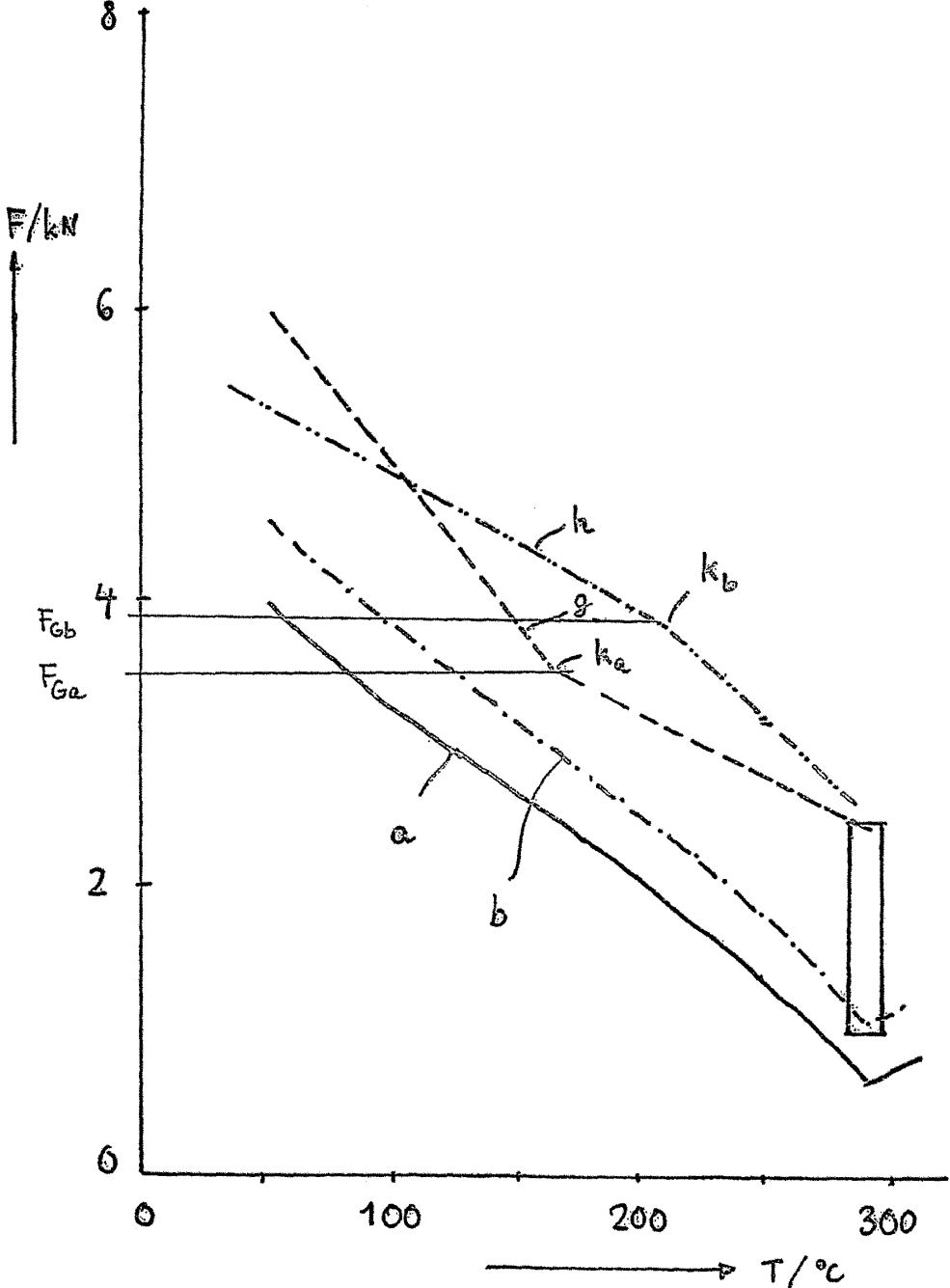


Fig. 3

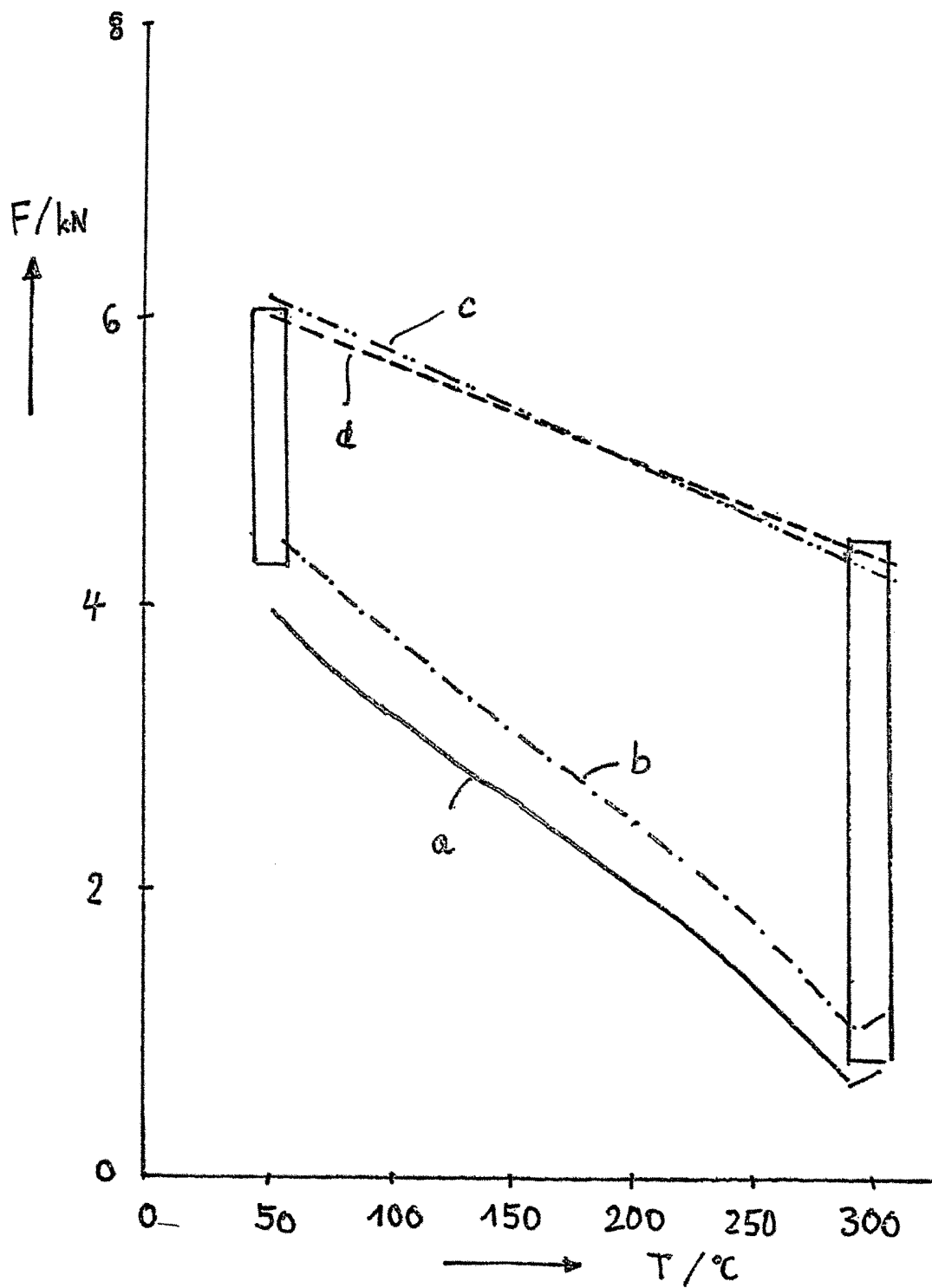


Fig. 4