

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 045**

51 Int. Cl.:

A61N 7/00 (2006.01)

A61N 7/02 (2006.01)

G10K 11/35 (2006.01)

G06F 9/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07710965 .0**

96 Fecha de presentación: **14.02.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2058029**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.05.2009**

54 Título: **MEDIO TERAPÉUTICO ULTRASÓNICO Y SISTEMA TERAPÉUTICO ULTRASÓNICO QUE LO UTILIZA.**

30 Prioridad:
24.08.2006 CN 200610111925

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.12.2011

73 Titular/es:
**CHONGQING RONGHAI MEDICAL ULTRASOUND
INDUSTRY LTD.
1 QINGSONG ROAD, RENHE TOWN YUBEI
DISTRICT
CHONGQING 401121, CN**

72 Inventor/es:
**FU, Bing;
PENG, Youxiang;
GU, Yue;
WANG, Long y
WANG, Hai**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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).

ES 2 370 045 T3

DESCRIPCIÓN

Medio terapéutico ultrasónico y sistema terapéutico ultrasónico que lo utiliza

Campo de la invención

5 La presente invención versa acerca del campo de la terapia ultrasónica y versa, en particular, acerca de un medio terapéutico ultrasónico y un sistema terapéutico ultrasónico guiado por un dispositivo de formación de imágenes que utiliza el mismo.

Antecedentes de la invención

En los documentos US 5 762 066 y CN 1743026 A se describen sistemas concentrados de ultrasonidos.

10 El principio terapéutico de un sistema terapéutico ultrasónico concentrado es emplear ondas ultrasónicas que son capaces de atravesar el tejido físico y de ser concentradas en el tejido. Por lo tanto, los haces ultrasónicos son concentrados de forma precisa en la parte afectada de un paciente y la temperatura elevada instantánea provocada por la concentración en un punto focal puede provocar la necrosis por coagulación del tejido en la ubicación seleccionada, y se puede conseguir una terapia no invasiva. El dispositivo de formación de imágenes tal como una IRM puede obtener rápidamente las imágenes de las estructuras internas del cuerpo de un paciente con una
15 precisión elevada; por lo tanto, el dispositivo de formación de imágenes siempre se utiliza junto con un sistema terapéutico ultrasónico.

En un sistema terapéutico ultrasónico concentrado, las ondas ultrasónicas transmitidas desde el transductor ultrasónico son concentradas finalmente en la ubicación seleccionada a través del líquido de acoplamiento. Para un transductor ultrasónico con un punto focal fijo, el movimiento del punto focal se realiza por medio de un mecanismo
20 posicionador móvil externo, por ejemplo, el brazo mecánico 7 mostrado en las Figuras 1 y 2. Como se muestra en las Figuras 1 y 2, el aplicador terapéutico ultrasónico 5 y parte del brazo mecánico 7 están ubicados en la caja 9 que contiene líquido 4 de acoplamiento. El brazo mecánico 7 está conectado de forma estanca con la caja 9 a través de una unidad flexible 8 de unión. Durante el tratamiento, cuando el brazo mecánico 7 acciona el punto focal del medio terapéutico ultrasónico moviéndolo dentro del área objetivo, el nivel de líquido de acoplamiento en la caja variará en
25 consecuencia. Como se muestra en la Fig. 1, cuando el aplicador terapéutico ultrasónico 5 se mueve ΔX a lo largo de la dirección positiva del eje X, el nivel de líquido de acoplamiento en la caja cambiará de H a $H + \Delta H_1$. Como se muestra en la Fig. 2, cuando el aplicador terapéutico ultrasónico 5 se mueve ΔY a lo largo de la dirección positiva del eje Y, el nivel de líquido de acoplamiento en la caja cambiará de H a $H + \Delta H_2$.

En la técnica anterior, la unidad flexible 8 de unión adopta a veces un manguito telescópico flexible. Si se escoge de
30 forma apropiada la forma del manguito telescópico, cuando el aplicador terapéutico ultrasónico se mueve en la dirección Y, $\Delta H_2 = 0$ y el nivel de líquido permanece inalterado; pero cuando el aplicador terapéutico ultrasónico se mueve en la dirección X y cuando $\Delta X \neq 0$, $\Delta H_1 \neq 0$ y el nivel de líquido varía.

35 Cuando se introduce el dispositivo de formación de imágenes en el sistema terapéutico ultrasónico, especialmente un aparato de IRM (imagen de resonancia magnética), los cambios del nivel de líquido de acoplamiento influirán en los resultados de la formación de imágenes de la IRM y, en consecuencia, se influye en el efecto diagnóstico de la IRM.

Por lo tanto, es muy importante que un sistema terapéutico ultrasónico guiado por la IRM mantenga inalterado el nivel de líquido de acoplamiento.

Resumen de la invención

40 Apuntando a las desventajas del sistema terapéutico ultrasónico de la técnica anterior como se ha mencionado anteriormente, la presente invención proporciona un medio terapéutico ultrasónico y un sistema terapéutico ultrasónico que lo utiliza, que puede mantener el nivel de líquido de acoplamiento estable cuando se mueve el aplicador terapéutico ultrasónico. Por lo tanto, durante el tratamiento, el sistema terapéutico ultrasónico guiado por un dispositivo de formación de imágenes mantiene el nivel de líquido de acoplamiento estable cuando se mueve el
45 aplicador terapéutico ultrasónico. En consecuencia, se puede reducir de forma eficaz la interferencia en los resultados de la formación de imágenes del dispositivo de formación de imágenes debido a los cambios del nivel de líquido, y se puede mejorar la precisión del diagnóstico del dispositivo de formación de imágenes y de los efectos terapéuticos del medio terapéutico ultrasónico.

50 La solución técnica para los problemas propuestos por la presente invención es como sigue: el medio terapéutico ultrasónico comprende un aplicador terapéutico ultrasónico que incluye un transductor ultrasónico, una caja para contener el aplicador terapéutico ultrasónico y líquido de acoplamiento, y una unidad móvil que perfora a través de la pared de la caja y está conectada al aplicador terapéutico ultrasónico, habiendo unidades de compensación dispuestas en la caja, que harán que no cambie el nivel de líquido de acoplamiento en la caja cuando la unidad móvil accione el aplicador terapéutico ultrasónico moviéndolo.

Tales unidades de compensación pueden estar dispuestas en ambos lados de la caja y están incorporadas en la caja. La unidad móvil perfora a través de ambas unidades de compensación y el aplicador terapéutico ultrasónico está ubicado entre las dos unidades de compensación.

5 Preferentemente, tales unidades de compensación pueden ser dos manguitos telescópicos flexibles con la misma forma y el mismo tamaño.

Durante el tratamiento ultrasónico, la unidad de compensación adopta un material flexible, de forma que pueda moverse con el movimiento de la unidad móvil cuando el transductor ultrasónico se mueve bajo el control de la unidad móvil.

10 Tal unidad móvil puede ser un brazo mecánico. El aplicador terapéutico ultrasónico está ubicado en el centro del brazo mecánico. Hay ubicados dos manguitos telescópicos flexibles como unidades de compensación en ambos lados del aplicador terapéutico ultrasónico y están conectados de forma estanca con el brazo mecánico.

Más preferentemente, dichos dos manguitos telescópicos flexibles están dispuestos de forma simétrica en ambos lados de la caja y el brazo mecánico atraviesa los dos manguitos telescópicos flexibles.

15 La forma del manguito telescópico puede tener cualquier forma que pueda compensar el volumen de líquido. En la presente invención, para realizar una fabricación sencilla del manguito telescópico y para hacer uso de su disposición simétrica de forma más eficaz, el manguito telescópico puede tener, preferentemente, una forma de cono truncado o de prismoide.

20 Tal aplicador terapéutico ultrasónico puede ser el transductor ultrasónico con una distancia focal variable o fija. Para un transductor ultrasónico con una distancia focal variable, su punto focal puede ser cambiado al cambiar las señales con el accionamiento o el control de la unidad móvil, o mediante ambos. Para un transductor ultrasónico con una distancia focal fija, su punto focal solo puede ser cambiado al controlar la unidad móvil. Por lo tanto, el aplicador terapéutico ultrasónico con un transductor ultrasónico que tiene una distancia focal fija es especialmente adecuado para ser utilizado en la presente invención.

25 Hay disponible un sistema terapéutico ultrasónico de uso del medio terapéutico ultrasónico como se ha mencionado anteriormente guiado por un dispositivo de formación de imágenes.

30 En tal sistema terapéutico ultrasónico guiado por un dispositivo de formación de imágenes, el dispositivo de formación de imágenes puede ser un escáner de modo B, un CT, una IRM, etc. Cuando se utilizan el escáner de modo B y el CT para guiar el sistema terapéutico ultrasónico para un tratamiento, los cambios en el nivel de líquido obviamente no influyen en su formación de imágenes; por lo tanto, la presente invención es especialmente aplicable a un sistema terapéutico ultrasónico guiado por una IRM.

35 Para el sistema terapéutico ultrasónico guiado por un dispositivo de formación de imágenes de la presente invención, cuando el aplicador de terapia ultrasónica se mueve durante el tratamiento, el nivel de líquido de acoplamiento se mantiene estable debido al uso de unidades de compensación. Por lo tanto, se puede eliminar el fenómeno de un cambio en el nivel de líquido de acoplamiento provocado por el movimiento del aplicador terapéutico ultrasónico accionado por la unidad móvil en la técnica anterior. Se puede garantizar un nivel estable de líquido en la caja y, en consecuencia, se puede reducir de forma eficaz la interferencia en resultados de la formación de imágenes del dispositivo de formación de imágenes debida a los cambios en el nivel de líquido y se puede mejorar la precisión diagnóstica del dispositivo de formación de imágenes.

Breve descripción de los dibujos

40 La Fig. 1 es un esquema estructural de un medio terapéutico ultrasónico de la técnica anterior. Muestra los cambios en el nivel de líquido de acoplamiento cuando la unidad móvil acciona el aplicador terapéutico ultrasónico moviéndolo en la dirección X.

45 La Fig. 2 es un esquema estructural de un medio terapéutico ultrasónico de la técnica anterior. Muestra los cambios en el nivel de líquido de acoplamiento cuando la unidad móvil acciona el aplicador terapéutico ultrasónico moviéndolo en la dirección Y.

La Fig. 3 es un esquema estructural de un medio terapéutico ultrasónico de la presente invención.

La Fig. 4 es un esquema estructural de un medio terapéutico ultrasónico de la presente invención. Muestra los cambios en el nivel de líquido de acoplamiento cuando la unidad móvil acciona el aplicador terapéutico ultrasónico moviéndolo en la dirección X.

50 La Fig. 5 es un esquema estructural de un medio terapéutico ultrasónico de la presente invención. Muestra los cambios en el nivel de líquido de acoplamiento cuando la unidad móvil acciona el aplicador terapéutico ultrasónico moviéndolo en la dirección Y.

La Fig. 6a es una vista frontal de la estructura del manguito telescópico con forma de cono truncado bajo el estado inicial del medio terapéutico ultrasónico en la realización 1 de la presente invención.

La Fig. 6b es una vista lateral de la Fig. 6a.

5 La Fig. 7a muestra los cambios en la forma de la primera unidad 2 de compensación cuando el brazo mecánico 1 se mueve en la dirección X en la realización 1 de la presente invención.

La Fig. 7b muestra los cambios en la forma de la segunda unidad 6 de compensación cuando el brazo mecánico 1 se mueve en la dirección X en la realización 1 de la presente invención.

La Fig. 8a muestra los cambios en la forma de la primera unidad 2 de compensación cuando el brazo mecánico 1 se mueve en la dirección Y en la realización 1 de la presente invención.

10 La Fig. 8b muestra los cambios en la forma de la segunda unidad 6 de compensación cuando el brazo mecánico 1 se mueve en la dirección Y en la realización 1 de la presente invención.

La Fig. 9a es una vista frontal de la estructura del manguito telescópico con forma de prismoide bajo el estado inicial del medio terapéutico ultrasónico en la realización 2 de la presente invención.

La Fig. 9b es una vista lateral de la Fig. 9a.

15 La Fig. 10a muestra los cambios en la forma de la primera unidad 2 de compensación cuando el brazo mecánico se mueve en la dirección X en la realización 2 de la presente invención.

La Fig. 10b muestra los cambios en la forma de la segunda unidad 6 de compensación cuando el brazo mecánico 1 se mueve en la dirección X en la realización 2 de la presente invención.

20 La Fig. 11a muestra los cambios en la forma de la primera unidad 2 de compensación cuando el brazo mecánico 1 se mueve en la dirección Y en la realización 2 de la presente invención.

La Fig. 11b muestra los cambios en la forma de la segunda unidad 6 de compensación cuando el brazo mecánico 1 se mueve en la dirección Y en la realización 2 de la presente invención.

En las que:

Las líneas discontinuas indican la posición original del sujeto antes de moverse.

25 1, 7 – Brazo mecánico 2 – Primera unidad de compensación 3, 9 – Caja 4 – Líquido de acoplamiento 5 – aplicador terapéutico ultrasónico 6 – Segunda unidad de compensación 8 – Unidad flexible de unión

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

La presente invención será explicada adicionalmente a continuación con referencia a las realizaciones preferentes y a los dibujos adjuntos.

30 Como se muestra en las Figuras 3, 4 y 5, el sistema terapéutico ultrasónico guiado por un dispositivo de formación de imágenes está constituido por un dispositivo de formación de imágenes para formar imágenes del objetivo (no ilustrado en las figuras) y un medio terapéutico ultrasónico. Dicho medio terapéutico ultrasónico comprende un aplicador terapéutico ultrasónico 5 que incluye un transductor ultrasónico, una caja 3, y una unidad móvil que está conectada al aplicador terapéutico ultrasónico 5 y controla su movimiento, es decir, el brazo mecánico 1.

35 Se coloca el aplicador terapéutico ultrasónico 5 en la caja 3 que está llena de líquido de acoplamiento. El brazo mecánico 1 que acciona el aplicador terapéutico ultrasónico 5 moviéndolo, perfora a través de la pared de la caja y está conectado al aplicador terapéutico ultrasónico 5. Las unidades de compensación están dispuestas en la caja 3 y hacen que el nivel de líquido de acoplamiento en la caja 3 no cambie cuando el brazo mecánico 7 acciona el aplicador terapéutico ultrasónico 5 para moverlo.

40 Tales unidades de compensación son la primera unidad 2 de compensación y la segunda unidad 6 de compensación, que están dispuestas de forma simétrica en ambos lados de la caja 3 e incorporadas con la caja 3. Las dos unidades simétricas de compensación tienen el mismo tamaño y forma. El brazo mecánico 1 perfora de forma horizontal a través de las dos unidades simétricas de compensación; el aplicador terapéutico ultrasónico 5 en el brazo mecánico 1 está ubicado entre las dos unidades de compensación. Las dos unidades de compensación están selladas y fijadas al brazo mecánico 1 en un extremo y están selladas y fijadas a la caja 3 en el otro extremo. Las unidades de compensación adoptan manguitos telescópicos flexibles, que están fabricados de material flexible. En los puntos de conexión de dos manguitos telescópicos flexibles, el brazo mecánico 1 tiene una forma adecuada correspondiente a los extremos de conexión de los manguitos telescópicos flexibles. Dos manguitos telescópicos flexibles tienen una cierta capacidad para una deformación repetida cuando son accionados por el brazo mecánico 1. Por ejemplo, cuando el brazo mecánico 1 se mueve en la dirección X, los dos manguitos telescópicos flexibles se

alargan o se acortan, en consonancia, la misma longitud en la dirección X; cuando el brazo mecánico 1 se mueve en la dirección Y y en la dirección Z, los dos manguitos telescópicos flexibles se deforman en consonancia.

Durante el tratamiento, el brazo mecánico 1 acciona el aplicador telescópico flexible 5 moviéndolo y en consecuencia se mueve su punto focal. Las ondas ultrasónicas transmitidas desde el aplicador terapéutico ultrasónico 5 atraviesan el líquido 4 de acoplamiento y son concentradas luego en el objetivo (no ilustrado en las figuras). El punto focal del aplicador terapéutico ultrasónico 5 puede moverse en las direcciones X, Y, Z para satisfacer los requerimientos de la entidad tridimensional del objetivo que va a ser tratado. Las unidades de compensación se mueven cuando el brazo mecánico 1 se mueve y puede deformarse en las direcciones X, Y, Z.

Cuando se requiere que el punto focal del transductor ultrasónico se mueva en la dirección X, el brazo mecánico 1 acciona el aplicador terapéutico ultrasónico 5 moviéndolo en la dirección X. Como se muestra en la Fig. 4, cuando el brazo mecánico 1 se mueve ΔX hacia la dirección +X, acciona el aplicador terapéutico ultrasónico 5 moviéndolo ΔX y, entretanto, la primera unidad 2 de compensación se acorta ΔX y la segunda unidad 6 de compensación se alarga ΔX . El cambio de volumen en la primera unidad 2 de compensación es de ΔV_1 y el cambio de volumen en la segunda unidad 6 de compensación es de ΔV_2 . Se puede seleccionar una cierta forma estructural para la primera unidad 2 de compensación y para la segunda unidad 6 de compensación, de manera que la fórmula $\Delta V_1 + \Delta V_2 = 0$ se hace posible. Por lo tanto, cuando el aplicador terapéutico ultrasónico 5 se mueve en la dirección X, la suma de los volúmenes de la caja 3 y de las dos unidades de compensación no cambia y, en consecuencia, el nivel de líquido de acoplamiento en la caja se mantiene inalterado antes y después de que el brazo mecánico se mueve.

Cuando se requiere que el punto focal del transductor ultrasónico se mueva en la dirección Y, el brazo mecánico 1 acciona el aplicador terapéutico ultrasónico 5 moviéndolo en la dirección Y. Como se muestra en la Fig. 5, cuando el brazo mecánico 1 se mueve ΔY hacia la dirección +Y, acciona el aplicador terapéutico ultrasónico 5 moviéndolo ΔY y, entretanto, la primera unidad 2 de compensación y la segunda unidad 6 de compensación se mueven ΔY en la dirección Y. El cambio de volumen en la primera unidad 2 de compensación es de ΔV_1 y el cambio de volumen en la segunda unidad 6 de compensación es de ΔV_2 . Se puede seleccionar una cierta forma estructural para la primera unidad 2 de compensación y para la segunda unidad 6 de compensación, de manera que la fórmula $\Delta V_1 + \Delta V_2 = 0$ se hace posible. Por lo tanto, cuando el aplicador terapéutico ultrasónico 5 se mueve en la dirección Y, la suma de los volúmenes de la caja 3 y de las dos unidades de compensación no cambia y, en consecuencia, el nivel de líquido de acoplamiento en la caja se mantiene inalterado antes y después de que el brazo mecánico se mueve.

Cuando se requiere que el punto focal del transductor ultrasónico se mueva en la dirección Z, se pueden analizar las condiciones de movimiento con respecto al movimiento en la dirección Y y no se repetirá aquí.

En las siguientes dos realizaciones, solo se describen los cambios de forma de las unidades de compensación y otras estructuras son las mismas que han sido mencionadas anteriormente. Aquí, se selecciona el aparato de IRM como el dispositivo de formación de imágenes y el transductor ultrasónico en el aplicador terapéutico ultrasónico 5 adopta un transductor ultrasónico con una distancia focal fija.

Realización 1

Como se muestra en las Figuras 6a y 6b, en esta realización, tanto la primera unidad 2 de compensación como la segunda unidad 6 de compensación adopta manguitos telescópicos flexibles con forma de cono truncado. El área de la superficie superior del cono truncado (extremo pequeño "a") es S_1 y el área de la superficie inferior del cono truncado (extremo grande "b") es S_2 . La longitud del cono truncado es T cuando el aplicador terapéutico ultrasónico 5 se encuentra en un estado estático. El extremo pequeño "a" está fijado y conectado al brazo mecánico 1 y el extremo grande "b" está fijado y conectado a la caja 3.

Bajo el control del brazo mecánico 1, cuando el punto focal del aplicador terapéutico ultrasónico 5 se mueve en la dirección X (como se muestra en la Fig. 4), como se muestra en las Figuras 7a y 7b, V = volumen del manguito telescópico, por la geometría se sabe que:

$$V = \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T$$

Cuando el aplicador terapéutico ultrasónico 5 se mueve hacia la dirección X, S_1 no cambia durante el movimiento porque el extremo pequeño "a" de la unidad de compensación con forma de cono truncado está fijada al brazo mecánico 1 y, entretanto, S_2 tampoco cambia porque el extremo grande "b" de la unidad de compensación con forma de cono truncado está fijada a la caja 3.

La Fig. 7a muestra los cambios en la forma de la primera unidad 2 de compensación como sigue:

$$\begin{aligned}\Delta V_1 &= \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T - \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times (T - \Delta T) \\ &= \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times \Delta T\end{aligned}$$

La Fig. 7b muestra los cambios en la forma de la segunda unidad 6 de compensación como sigue:

$$\begin{aligned}\Delta V_2 &= \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T - \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times (T + \Delta T) \\ &= -\frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times \Delta T\end{aligned}$$

$$5 \quad \Delta V_1 + \Delta V_2 = \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times \Delta T - \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times \Delta T = 0$$

Por lo tanto, cuando se mueve en la dirección X, el cambio del volumen total de las dos unidades de compensación es nulo y el nivel de líquido de acoplamiento se mantiene estable.

10 Cuando el punto focal del medio terapéutico ultrasónico en la Fig. 3 se mueve hacia la dirección Y, bajo el control del brazo mecánico 1, el punto focal del aplicador terapéutico ultrasónico 5 se mueve hacia la dirección Y (como se muestra en la Fig. 5). El cambio en el volumen de la primera unidad 2 de compensación se muestra en la Fig. 8a:

$$\Delta V_1 = \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T - \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T = 0$$

El cambio en el volumen de la segunda unidad 6 de compensación se muestra en la Fig. 8b:

$$\Delta V_2 = \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T - \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T = 0$$

$$\Delta V_1 + \Delta V_2 = 0$$

15 Por lo tanto, cuando se mueve en la dirección Y, el cambio del volumen total de las dos unidades de compensación es nulo y el nivel de líquido de acoplamiento se mantiene estable.

Las condiciones de movimiento cuando el medio terapéutico ultrasónico se mueve hacia la dirección Z son las mismas que cuando se mueve hacia la dirección Y y no se repetirán aquí.

20 A partir de esto, puede verse que en la presente realización, el nivel de líquido de acoplamiento puede mantenerse estable de forma segura cuando el aplicador terapéutico ultrasónico 5 se mueve en las direcciones X, Y y Z y cuando el brazo mecánico 1 acciona el punto focal del aplicador terapéutico ultrasónico moviéndolo.

Realización 2

25 Como se muestra en las Figuras 9a y 9b, en la presente realización, la primera unidad 2 de compensación y la segunda unidad 6 de compensación son manguitos telescópicos flexibles con forma de prismoide. La longitud y la anchura de su superficie superior es B₁ y A₁, y su área es S₁. La longitud y la anchura de su superficie inferior es B₂ y A₂, y su área es S₂. La altura del prismoide es T. Las otras estructuras son las mismas que las de la realización 1.

El volumen del prismoide:

$$V_{prismoide} = \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T$$

30 Cuando el aplicador terapéutico ultrasónico 5 de la Fig. 4 se mueve hacia la dirección X, como se muestra en la Fig. 10a, la altura de la primera unidad 2 de compensación cambia de T a T - ΔT, pero S₁ y S₂ no cambian durante el movimiento. El cambio en el volumen de la primera unidad 2 de compensación después del movimiento es como sigue:

$$\begin{aligned}\Delta V_1 &= \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T - \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times (T - \Delta T) \\ &= \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times \Delta T\end{aligned}$$

Como se muestra en la Fig. 10b, la altura de la segunda unidad 6 de compensación cambia de T a T+ΔT, pero S 1 y S2 no cambian durante el movimiento. El cambio en el volumen de la segunda unidad 6 de compensación después del movimiento es como sigue:

$$\begin{aligned}\Delta V_2 &= \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T - \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times (T + \Delta T) \\ &= -\frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times \Delta T\end{aligned}$$

$$\Delta V_1 + \Delta V_2 = \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times \Delta T - \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times \Delta T = 0$$

Por lo tanto, cuando se mueve en la dirección X, el cambio del volumen total de las dos unidades de compensación es nulo y el nivel de líquido de acoplamiento se mantiene estable.

10 Cuando el punto focal del aplicador terapéutico ultrasónico 5 de la Fig. 5 se mueve hacia la dirección Y, el cambio en el volumen de la primera unidad 2 de compensación se muestra en la Fig. 11a:

$$\Delta V_1 = \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T - \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T = 0$$

El cambio en el volumen de la segunda unidad 6 de compensación se muestra en la Fig. 11b:

$$\Delta V_2 = \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T - \frac{1}{3} \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times T = 0$$

$$\Delta V_1 + \Delta V_2 = 0$$

15 Por lo tanto, cuando se mueve en la dirección Y, el cambio del volumen total de las dos unidades de compensación es nulo y el nivel de líquido de acoplamiento se mantiene estable.

De esto se puede concluir que la suma de los volúmenes de las dos unidades de compensación antes y después del movimiento se mantenga inalterada y el nivel de líquido de acoplamiento mantendrá el nivel original.

20 Las condiciones de movimiento cuando el medio terapéutico ultrasónico se mueve hacia la dirección Z son las mismas que cuando se mueve hacia la dirección Y y no serán repetidas aquí.

25 A partir de las realizaciones 1 y 2, se puede ver que se proporcionan aquí los dos manguitos telescópicos flexibles dispuestos de forma simétrica en ambos lados de la caja 3 y sellados y fijados al brazo mecánico 1, de forma que el nivel de líquido de acoplamiento puede mantenerse estable de forma segura cuando el brazo mecánico 1 se mueve en las direcciones X, Y y Z, y, en consecuencia, se puede minimizar la interferencia en la IRM al máximo y se mejora la precisión diagnóstica del aparato de IRM.

REIVINDICACIONES

1. Un medio terapéutico ultrasónico comprende un aplicador terapéutico ultrasónico (5) que incluye un transductor ultrasónico, una caja (3) para contener el aplicador terapéutico ultrasónico y líquido de acoplamiento, y una unidad móvil para el aplicador terapéutico ultrasónico que perfora a través de la pared de la caja y está conectada al aplicador terapéutico ultrasónico; en el que el medio terapéutico ultrasónico comprende, además, dos unidades (2, 6) de compensación dispuestas en ambos lados de la caja y están incorporadas en la caja (3); en el que la unidad móvil perfora a través de ambas unidades (2, 6) de compensación y el aplicador terapéutico ultrasónico (5) está ubicado entre las dos unidades de compensación; y en el que dichas unidades (2, 6) de compensación están formadas para hacer que el cambio del volumen total de las dos unidades de compensación sea nulo cuando la unidad móvil acciona el aplicador terapéutico ultrasónico para moverlo.
2. El medio terapéutico ultrasónico de la reivindicación 1, en el que dichas unidades (2, 6) de compensación son dos manguitos telescópicos flexibles; y en el que la unidad móvil perfora a través de los dos manguitos telescópicos flexibles y está conectada de forma estanca con los dos manguitos telescópicos flexibles.
3. El medio terapéutico ultrasónico de la reivindicación 2, en el que dichos dos manguitos telescópicos flexibles tienen el mismo tamaño y la misma forma.
4. El medio terapéutico ultrasónico de la reivindicación 3, en el que dicha unidad móvil es un brazo mecánico (1), y el aplicador terapéutico ultrasónico (5) está ubicado en el centro del brazo mecánico (1); hay ubicados dos manguitos telescópicos flexibles como unidades de compensación en ambos lados del aplicador terapéutico ultrasónico (5) y están conectados de forma estanca con el brazo mecánico (1).
5. El medio terapéutico ultrasónico de la reivindicación 4, en el que dichos dos manguitos telescópicos flexibles están dispuestos en ambos lados de la caja de forma simétrica y el brazo mecánico (1) atraviesa los dos manguitos telescópicos flexibles.
6. El medio terapéutico ultrasónico de la reivindicación 5, en el que dichos dos manguitos telescópicos flexibles, como unidades de compensación, tienen forma de cono truncado o de prismoide.
7. Un sistema terapéutico ultrasónico guiado por un dispositivo de formación de imágenes, que comprende un dispositivo de formación de imágenes y un medio terapéutico ultrasónico, en el que dicho medio terapéutico ultrasónico es el medio terapéutico ultrasónico como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1-6.
8. El sistema terapéutico ultrasónico guiado por un dispositivo de formación de imágenes de la reivindicación 7, en el que dicho dispositivo de formación de imágenes es un aparato de IRM.

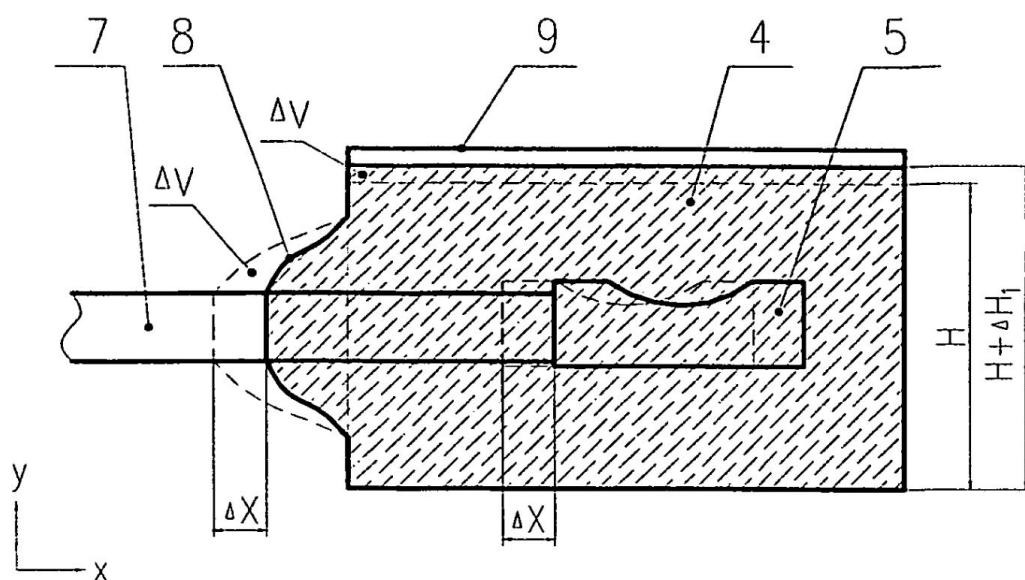


Fig. 1

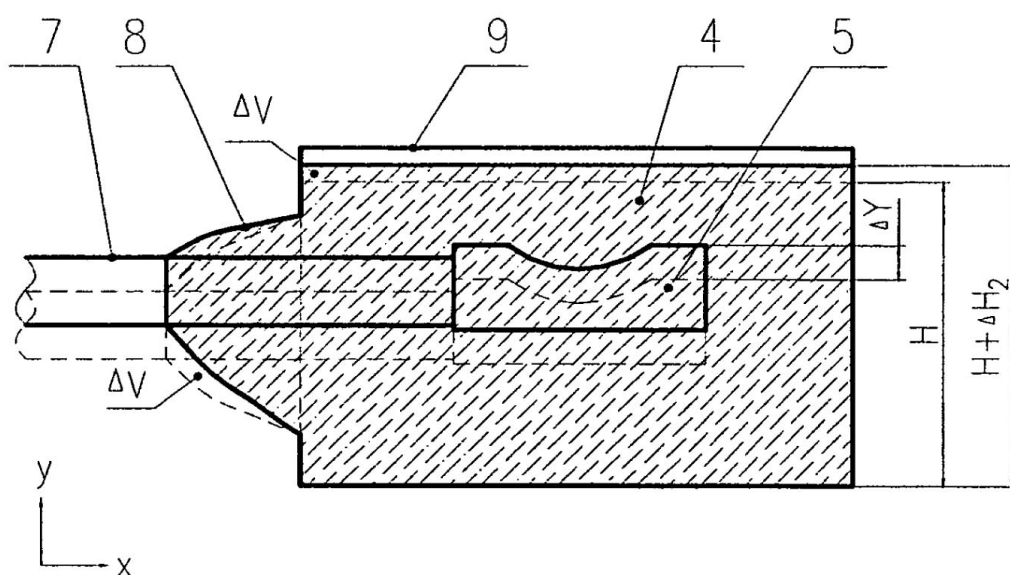


Fig. 2

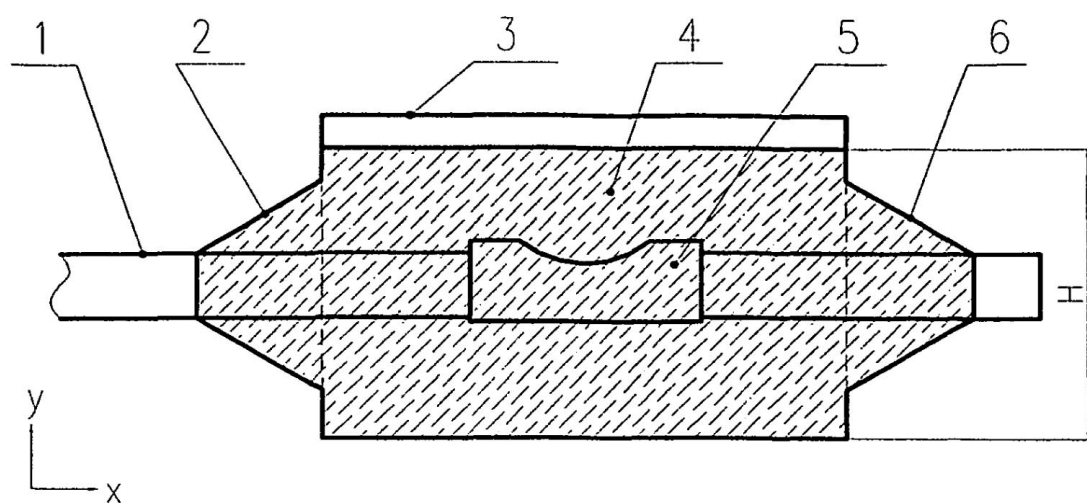


Fig. 3

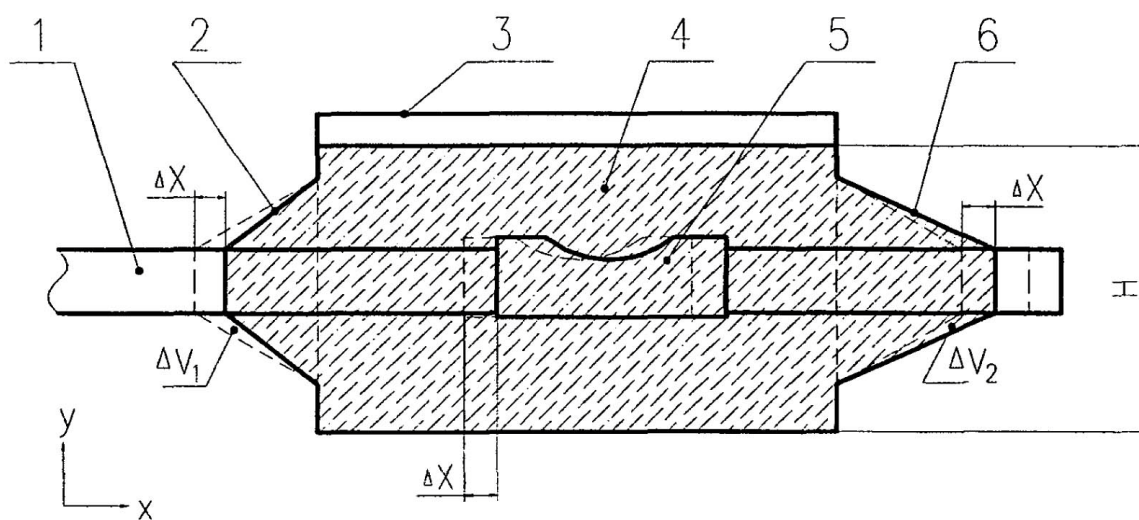


Fig. 4

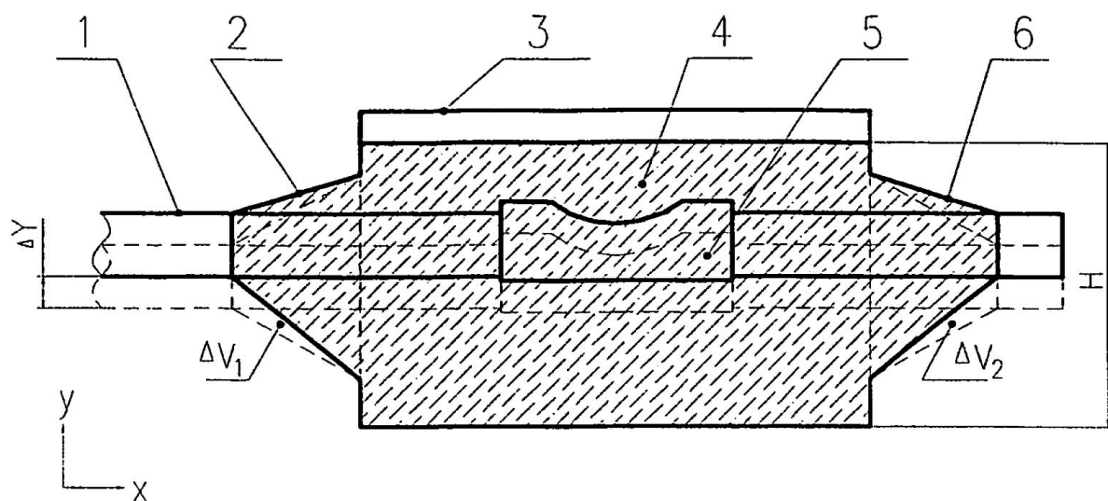


Fig. 5

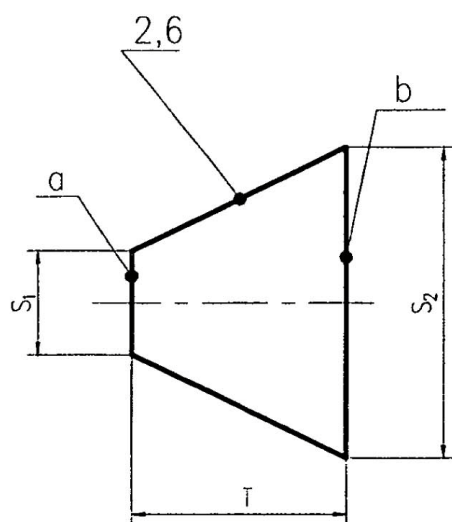


Fig. 6a

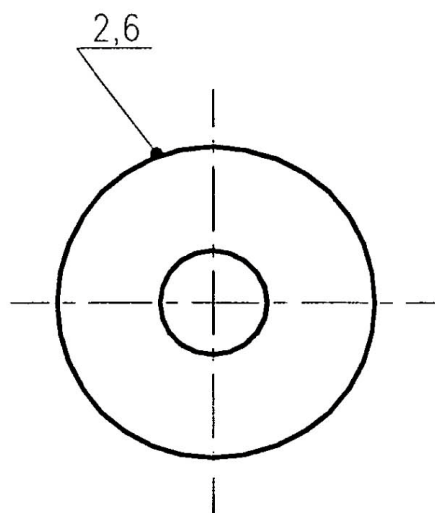


Fig. 6b

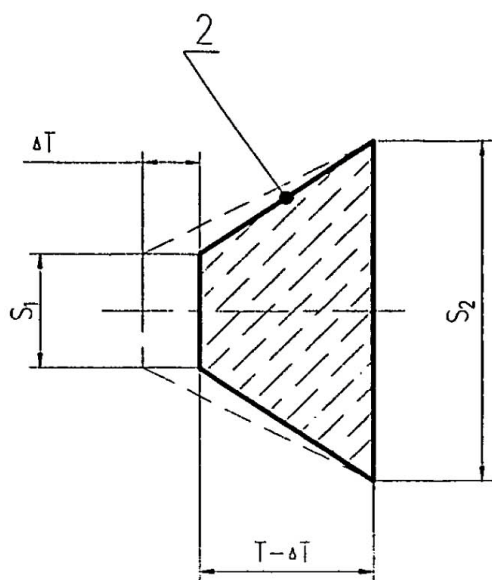


Fig. 7a

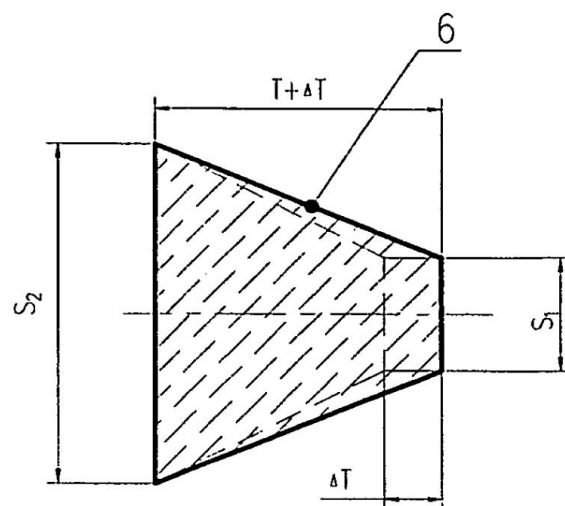


Fig. 7b

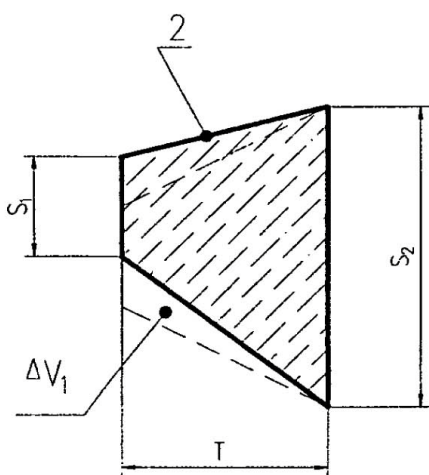


Fig. 8a

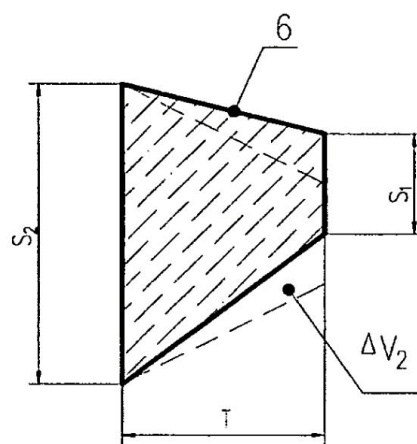


Fig. 8b

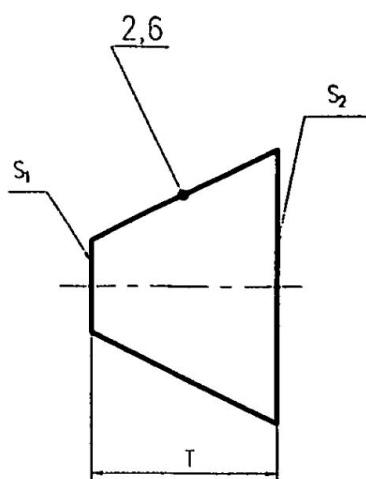


Fig. 9a

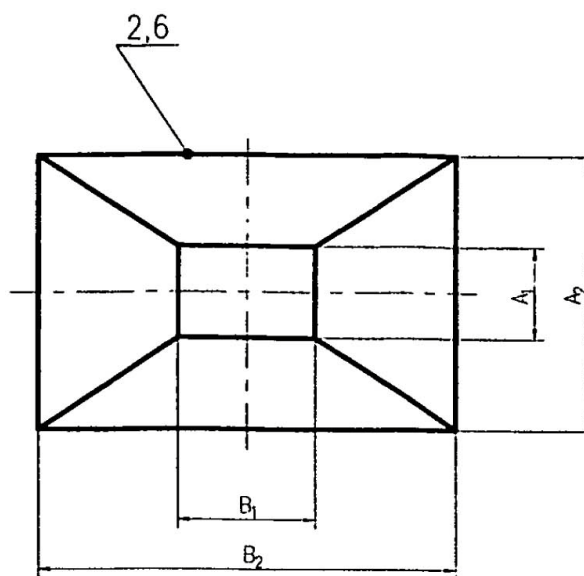


Fig. 9b

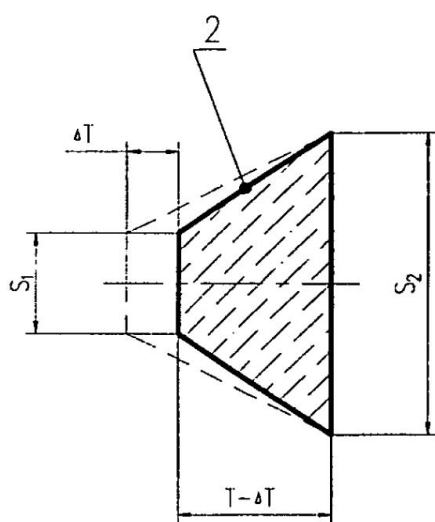


Fig. 10a

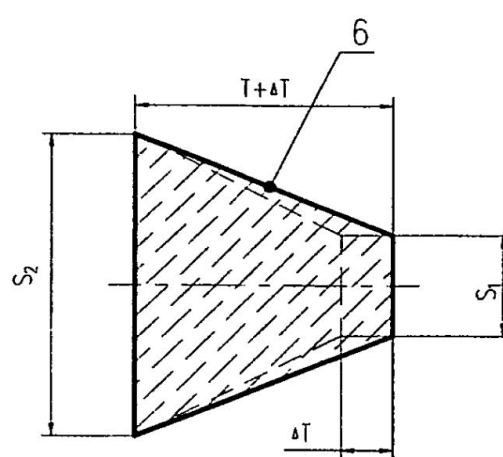


Fig. 10b

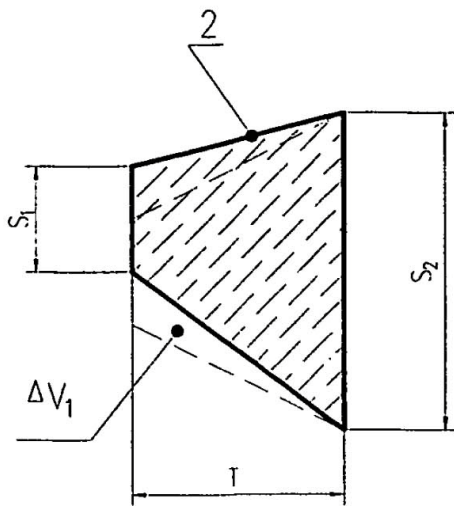


Fig. 11a

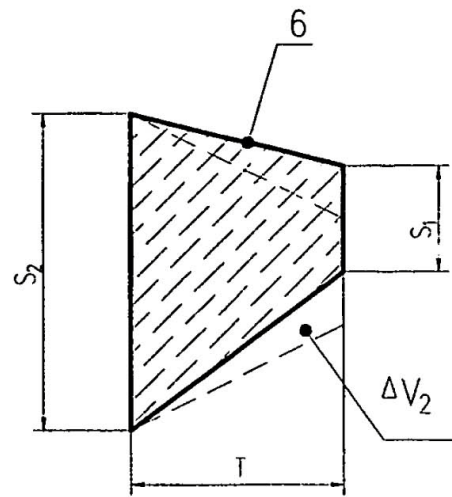


Fig. 11b