

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 230**

51 Int. Cl.:

**B01F 5/06** (2006.01)

**B01F 3/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10182884 .6**

96 Fecha de presentación: **10.06.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2277620**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.01.2011**

54 Título: **Elemento mezclador estático**

30 Prioridad:  
**22.06.2007 EP 07110892**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**06.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**06.06.2012**

73 Titular/es:  
**Sulzer Chemtech AG  
Sulzer-Allee 48  
8404 Winterthur**

72 Inventor/es:  
**Hirschberg, Sebastian;  
Schoeck, Joachim;  
Fleischli, Markus y  
Moser, Felix**

74 Agente/Representante:  
**Ungría López, Javier**

ES 2 382 230 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 mezclador estático

5 La presente invención se refiere a un elemento mezclador estático de acuerdo con el concepto genérico de la reivindicación 1. La invención también se refiere a un mezclador estático que contiene un elemento mezclador de esta clase.

10 Del estado de la técnica según el documento CH 642 564 se conoce un dispositivo mezclador estático que está formado por una caja de forma tubular y que contiene al menos un elemento mezclador dispuesto en ella. El elemento mezclador está formado por almas mutuamente cruzadas que presentan un ángulo en relación al eje del tubo. Las almas de los elementos mezclador están dispuestas en al menos dos grupos. Las almas dentro de cada uno de los grupos están orientadas de forma substancialmente paralela. Las almas de un grupo se cruzan con las almas del otro grupo.

15 Del documento EP1 123 730 A2 se conoce una mezcladora estática que tiene un componente de inserción mezclador, el cual está formado por tres o cuatro rejillas de almas paralelas mutuamente retorcidas en torno a la dirección de la corriente. Con ayuda de la tercera rejilla, las almas de una rejilla pueden ser mantenidas en su posición por las almas de las otras rejillas, sin que tengan que ser unidas entre sí. Por lo tanto, no se requiere un esfuerzo adicional para soldar las almas entre sí.

20

25 En el documento DE 44 28 813, se describe un dispositivo mezclador estático que, en contraste con el documento CH 642 564, presenta almas mutuamente cruzadas que se solapan en la región de los puntos de cruce. Este ensanchamiento local de las almas, que en el documento DE 44 28 813 están configuradas como bastones de chapa de acero, sirve para reforzar y/o perfeccionar una unión positiva entre almas adyacentes. En el ensanchamiento y una ranura cortada que recibe un bastón de chapa de acero adyacente.

30 El documento EP 0 856 353 A1 muestra un módulo que forma parte de una instalación mezcladora estática, la cual está prevista para el mezclado de un material plásticamente fluido con un tiempo de permanencia crítico. La instalación comprende una caja de forma tubular con almas dispuestas en ella. Las almas están inclinadas contra el eje longitudinal de la caja; las mismas se cruzan esencialmente en una línea recta perpendicular al eje longitudinal. El módulo abarca un manguito que puede ser insertado en la caja. La pared interior que conduce el material a ser mezclado en la instalación mezcladora estática está formada por los lados interiores del manguito. Las almas están configuradas en forma de púas, con respectivamente un vértice orientado en sentido contrario a la dirección del movimiento del material a ser mezclado y una base sujeta al lado interior del manguito. Cada vértice forma un espacio intermedio con respecto a la pared interior de la instalación.

35

40 El desarrollo del mezclador de acuerdo con el documento CH 642 564 en el año 1979 representó un mejoramiento inesperado en la técnica de mezclado estático para medios de flujo laminar. Desde entonces, dicho mezclador ha demostrado su utilidad y se utiliza con éxito en una extensa gama de aplicaciones con medios que en su mayoría son altamente viscosos. Durante los casi 30 años subsiguientes, se ha tratado una y otra vez de mejorar este mezclador. Sin embargo, a pesar de un considerable dispendio, sólo fue posible obtener mejoramientos marginales. Así, en el documento US 6 467 949 B1 se protege un mezclador modificado con una sección transversal de alma cóncava modificada. Mediciones independientes (M.Heniche, P.A.Tanguy, M.F.Reeder, J.B.Fasano, AIChE Journal Vol51, No.1, enero de 2005) sólo han demostrado diferencias insignificantes en relación a la pérdida de presión y la eficiencia de mezclado para este mezclador estático modificado en comparación con el estado de la técnica. En otro trabajo recientemente publicado (S.Liu, PhD Thesis, McMaster University, 2005), se estudió un gran número de modificaciones del estado de la técnica según CH 742 564 para el mejoramiento de la eficiencia de mezclado y del descenso de presión por medio de diferentes técnicas. En dicho trabajo también fueron medidos los elementos mezcladores según US 6 467 949 B1. Con un efecto de mezclado igual o algo peor, Liu obtiene un descenso de presión un 15% menor. A través de otra modificación de la sección transversal del alma, Liu alcanza además un efecto de mezclado algo mejor con una pérdida de presión reducida en un 7,5% en comparación con el mezclador según CH 642 564. Estos ejemplos de trabajos para el mejoramiento y estudio del comportamiento de mezclado de mezcladores estáticos, construidos en forma similar al mezclador según CH 642 564, demuestran que hasta el día

45

50

55 de hoy no se ha podido obtener mejoramientos sustanciales en la eficiencia de mezclado y el descenso de presión de los mezcladores laminares.

60 De manera sorprendente, es posible encontrar elementos mezcladores estáticos a los que no sólo no es aplicable la anterior declaración, sino que más bien es aplicable una declaración en sentido contrario. La clara reducción en el descenso de presión observada con un elemento mezclador de acuerdo con la invención, con una eficiencia de mezclado similar o mejorada, tal como se obtiene a través de los elementos mezcladores conforme a la invención, representa un evidente avance técnico.

65 El objetivo de la presente invención consiste en crear un mejoramiento para el mezclador estático previamente mencionado, mediante el cual se pueda alcanzar una menor pérdida de presión con una eficiencia de mezclado comparable o mejorada.

Este objetivo fue resuelto a través del elemento mezclador estático definido a continuación.

5 Un elemento mezclador estático de acuerdo con la invención presenta una dimensión de anchura  $D_b$  y es adecuado para el montaje en un cuerpo hueco con una dimensión de anchura  $D_b$  substancialmente igual. El elemento mezclador estático contiene una pluralidad de elementos de alma, en donde una primera agrupación contiene al menos un primer elemento de alma, la cual está dispuesta en forma cruzada con respecto a una segunda agrupación que contiene al menos un segundo elemento de alma. Por lo menos uno de dichos primer y segundo elementos de alma está configurado como un elemento en forma de la cara, disco o barra. La primera agrupación y la segunda agrupación encierran un ángulo no igual a  $0^\circ$  con respecto a la dirección principal de la corriente. La primera agrupación y la segunda agrupación encierran un ángulo mayor que  $0^\circ$ . En una proyección de la primera agrupación y la segunda agrupación sobre un plano de proyección ubicado en forma perpendicular con respecto a la dirección principal de la corriente, existen al menos parcialmente espacios intermedios entre los elementos de alma mutuamente adyacentes. La suma relativa  $z$  de las anchuras  $H$  de los elementos de alma, medidas en la dirección de la dimensión de anchura  $D_b$  del elemento mezclado, es menor que un 95% de la dimensión de anchura  $D_b$  del elemento mezclador.

20 Las demás características se refieren a formas de realización ventajosas del elemento mezclador estático, así como de un dispositivo mezclador estático que contiene el elemento mezclador de acuerdo con la invención.

La dirección principal de la corriente preferiblemente se ubica en la dirección del eje longitudinal de un cuerpo hueco, en el cual es recibido el elemento mezclador. La primera agrupación y la segunda agrupación forman un punto de intersección o cruce, en cuya proximidad puede estar dispuesto un elemento distanciador. El elemento distanciador puede estar configurado como un engrosamiento o ensanchamiento local de al menos un elemento de alma. El número de elementos de alma en el plano de proyección puede ser de 4 a 10. Ventajosamente, están previstos al menos 2 elementos de alma por cada agrupación. El primer y el tercer elemento de alma forman parte de una primera agrupación de elementos de alma ubicada en un primer plano. El segundo y el cuarto elemento de alma forman parte de una segunda agrupación de elementos de alma ubicada en un segundo plano. Por lo menos una parte de los elementos de alma de la primera agrupación pueden estar dispuestos en un tercer plano, el cual se encuentra dispuesto en forma desplazada con respecto al primer plano. Alternativamente, o en forma complementaria a ello, una parte de los elementos de alma de la segunda agrupación pueden estar dispuestos en un cuarto plano, en donde el cuarto plano se encuentra dispuesto en forma desplazada con respecto al segundo plano. Los elementos de alma presentan una anchura ( $H$ ). La suma ( $\sum H_i$ ) de las anchuras ( $H$ ) de los elementos de alma en el plano de proyección en relación al diámetro ( $D$ ) del cuerpo hueco es determinada por la magnitud  $z$  definida subsiguientemente. La magnitud  $z$  en particular es menor que 95%, preferiblemente menor que 85%, en particular menor que 75%, más preferiblemente menor que 65%. El dispositivo mezclador estático comprende un elemento mezclador estático, así como un cuerpo hueco o un manguito para alojar el elemento mezclador estático. El elemento mezclador estático puede estar sujetado al cuerpo hueco o al manguito, y el elemento mezclador estático y el cuerpo hueco o el manguito pueden estar formados como un solo componente estructural.

40 El elemento mezclador estático puede estar sujetado en la región de la línea de intersección del primer plano con el segundo plano y/o en la región de al menos una parte de los extremos de los elementos de alma en la pared interior del cuerpo hueco o del manguito.

45 El uso preferido de un elemento mezclador estático de acuerdo con alguno de los ejemplos de realización precedentes es para medidos de flujo laminar, en particular masas fundidas de polímero u otros fluidos altamente viscosos.

50 A continuación, la invención será descrita con referencia a los dibujos, en los cuales:

La Fig. 1 muestra un dispositivo mezclador estático de acuerdo con el estado de la técnica.

La Fig. 2 es una vista de un elemento mezclador estático de acuerdo con la invención conforme a un primer ejemplo de realización.

55 La Fig. 3 muestra un segundo ejemplo de realización de un elemento mezclador estático de acuerdo con la invención.

La Fig. 4 muestra un tercer ejemplo de realización de un elemento mezclador estático de acuerdo con la invención.

60 La Fig. 5 es una representación gráfica de una comparación de los resultados de descenso de presión y eficiencia de mezclado de un elemento mezclador conforme a la presente invención en diferentes variantes de diseño, comparado con el estado de la técnica CH 642 564.

65 La Fig. 6 muestra un detalle de una región de intersección o cruce con elementos distanciadores con engrosamientos y ensanchamientos locales.

La Fig. 1 muestra cuatro elementos mezcladores que están dispuestos sucesivamente dentro de un cuerpo hueco 10. Los elementos mezcladores sucesivos 2 están girados mutuamente en un ángulo de  $90^\circ$  en torno al eje 8 del cuerpo hueco que funciona como eje de rotación. La dirección principal de la corriente del fluido que corre a través del cuerpo hueco 10 se ubica en la dirección del eje 8 del cuerpo hueco. Cada elemento mezclador está formado por agrupaciones de elementos de alma (3, 4), que están dispuestas en dos planos (5, 6) que se cruzan mutuamente. Una agrupación de elementos de alma se refiere a un número de elementos de alma que esencialmente están ubicados en un mismo plano. El primer plano 5 contiene una primera agrupación 21 de elementos de alma 3, y un segundo plano 6 contiene una segunda agrupación 31 de elementos de alma 4. El primer y el segundo plano (5, 6) están dispuestos entre sí formando un ángulo, de tal manera que la primera agrupación 21 de elementos de alma 3 se cruza con la segunda agrupación 31 de elementos de alma 4. Los elementos de alma adyacentes están dispuestos de tal manera los unos al lado de los otros que la suma de las anchuras (H) de los elementos de alma es igual al diámetro del tubo (D). Por lo tanto, en este caso, los elementos de alma colindan directamente entre sí. De acuerdo con este ejemplo de realización, cada molécula de fluido en la corriente incide sobre un elemento de alma, asumiendo en forma idealizada que la molécula de fluido fluye a lo largo de la dirección principal de la corriente. En consecuencia, cada elemento de alma representa un obstáculo para la molécula de fluido en la corriente, de manera que se produce una desviación de la molécula de fluido antes de incidir sobre el elemento de alma. Debido a esto, en el interior del elemento mezclador estático ya no es aplicable la suposición de que una molécula de fluido fluye en la dirección de la dirección principal de la corriente. A causa de la desviación de la molécula de fluido de la dirección principal de la corriente, se produce una mezcla de la corriente de fluido. De esto se deduce que el efecto de mezclado debería mejorar a medida que aumenta la desviación con respecto a la dirección principal de la corriente. No obstante, la creciente desviación de las moléculas de fluido con respecto a la dirección principal de la corriente en general significa una mayor pérdida de presión.

Debido a que en general se sabe que la pérdida de presión se reduce cuando la sección transversal de la corriente está lo más libre posible de obstáculos, parece lógico tratar de evitar los obstáculos en la corriente para reducir la pérdida de presión. En tal caso, sin embargo, se podría esperar un peor mezclado con un mismo trayecto de mezclado, porque de acuerdo con la opinión vigente hasta el momento, los elementos fluidos fluyen a través de las brechas así formadas, sin ser desviadas sustancialmente, es decir, siguiendo esencialmente la dirección principal de la corriente, sin mezclarse con otras moléculas de fluido. De manera sorprendente, se pueden encontrar agrupaciones de elementos de alma según la Fig. 2 que en los corresponden a esta afirmación. Un elemento mezclador estático 2 conforme a la presente invención para ser montado en un cuerpo hueco 10 contiene una pluralidad de elementos de alma. Un primer elemento de alma 3 y un tercer elemento de alma 13 están dispuestos en forma cruzada en relación a un segundo elemento de alma 4 y un cuarto elemento de alma 14. El primer elemento de alma 3 y el tercer elemento de alma 13 forman una primera agrupación 21 de elementos de alma. El segundo elemento de alma 4 y el cuarto elemento de alma 14 forman una segunda agrupación 31 de elementos de alma.

Un elemento de alma puede estar configurado, por ejemplo, como tubo o como elemento de placa, disco o barra. La sección transversal del elemento de alma puede estar libre de bordes, presentando, por ejemplo, una sección transversal de forma circular o elíptica. La sección transversal también puede contener bordes, es decir, presentando p. ej. una sección transversal rectangular o en forma de rombo. Las líneas de unión entre los bordes pueden ser rectas o curvas, en particular convexas o cóncavas, lo cual ha sido realizado, por ejemplo, en la EP 1 305 108 B1. Un elemento de alma puede sobresalir al menos por secciones de la agrupación correspondiente, presentando, por ejemplo, una estructura ondulada. En este caso, el plano previamente descrito de la agrupación debe entenderse como un plano medio.

Por otra parte, los elementos de alma también pueden presentar una estructura irregular, p. ej. una superficie ondulada, en la dirección de una agrupación, es decir, en el plano correspondiente o de forma paralela al plano medio. La anchura H de los elementos de alma en este caso se define como el valor de anchura promedio medido a lo largo de la longitud del alma de los elementos de alma. Dentro de una agrupación, los distintos elementos de alma tampoco tienen que extenderse en forma paralela entre sí, sino que pueden presentar un ángulo con respecto a los demás elementos de alma de la misma agrupación.

El efecto sorprendente de la presente invención ocurre en cada una de las secciones transversales de elementos de alma y en cada una de las formas de elemento de alma que se han expuesto previamente, por lo que dicho efecto es en gran medida independiente de la sección transversal y la forma del elemento de alma. Si las dos agrupaciones 21 y 31 son proyectadas sobre un plano ubicado en forma perpendicular a la dirección principal de la corriente, es decir, perpendicular al eje longitudinal 8 del cuerpo hueco 10 envolvente, entonces los elementos de alma de las agrupaciones 21 y 31 según la Fig. 1 colindan mutuamente a ras en la proyección, es decir que entre los elementos de alma proyectados de tal manera no se observan espacios intermedios. En cambio, si se toma la misma proyección en uno de los ejemplos de realización conforme a las Figs. 2 a 4, entonces existen tales espacios intermedios entre los elementos de alma.

La Fig. 2 muestra un corte radial a través de un cuerpo hueco 10, en donde se muestran precisamente las proyecciones de los elementos de alma 3, 13 y de los elementos de alma 4, 14, respectivamente. Los elementos de alma en esta representación tienen las anchuras (H) y guardan una distancia (a) entre sí, en donde las anchuras (H)

y las distancias (a) de los elementos de alma adyacentes son iguales de acuerdo con este ejemplo de realización particularmente preferido. El efecto sorprendente de la invención también ocurre cuando las distancias (a) y/o las anchuras (H) son diferentes entre sí.

5 La Fig. 3 muestra un segundo ejemplo de realización de un elemento mezclador conforme a la invención. Una pluralidad de elementos de alma forma aquí una agrupación de elementos de alma, si todos los elementos de alma de la agrupación están ubicados esencialmente en el mismo plano, según se ilustra en la Fig. 3, o si todos los elementos de alma se ubican en planos sustancialmente paralelos, pero ligeramente desplazados en la dirección del eje longitudinal, según se representa en la Fig. 4. Una agrupación de elementos de alma según el ejemplo de realización conforme a la Fig. 3 está formada por respectivamente dos o tres elementos de alma. En este caso, la primera agrupación 21 de elementos de alma ubicada en un plano 5 se compone de los dos elementos de alma 3, 13. La segunda agrupación 31 de elementos de alma ubicada en un plano 6 está formada por los elementos de alma 4, 14, 24. A través de dichas primera y segunda agrupaciones se forman dos planos 5, 6 que se cruzan mutuamente. Los planos primero y segundo 5, 6 forman un ángulo entre sí, de tal manera que los elementos de alma localizados en el primer plano 5 se cruzan con los elementos de alma del segundo plano 6, formando una línea de intersección 7.

Para la suma relativa z de las anchuras (H) de los elementos de alma, referida al diámetro del cuerpo hueco, rige lo siguiente según la Fig. 2:

20

$$z = \frac{\sum_{i=1}^N H_i}{D}$$

Si las anchuras de los elementos de alma son todas iguales, entonces rige lo siguiente para z:

25

$$z = N \cdot H / D,$$

En donde N es la suma de los elementos de alma de la primera agrupación 21 y de la segunda agrupación 31. Preferiblemente, los elementos de alma más externos de una agrupación se apoyan en la pared interior del cuerpo hueco, o en todo caso sólo presentan una reducida distancia de separación de la pared interior.

30

El diámetro del cuerpo hueco está indicado aquí en particular para cuerpos huecos de sección transversal circular. El cuerpo hueco también puede tener una sección transversal elíptica, poligonal, en particular rectangular o cuadrada. En lugar del diámetro, en ese caso se usa para z una dimensión de anchura Db, para la cual rige la siguiente ecuación:

35

$$D_b = \sum_{i=1}^N H_i + \sum_{i=1}^{N-1} a_i$$

o, cuando las anchuras de los elementos de alma y las distancias son respectivamente iguales,

40

$$D_b = N \cdot H + (N-1) \cdot a.$$

Para z rige entonces correspondientemente, al igual que arriba:

45

$$z = N \cdot H / D_b.$$

50

La dimensión de anchura Db del cuerpo hueco corresponde esencialmente a la dimensión de altura Db del elemento mezclador, sin tener en cuenta las tolerancias de fabricación y montaje. De acuerdo con la presente invención, en cualquier caso z < 95%, preferiblemente z < 85%, en particular z < 75%, y particularmente preferido z < 65%. Al mismo tiempo, de acuerdo con la presente invención, también la suma de las superficies proyectadas sobre un plano perpendicular a la dirección principal de la corriente de los elementos de alma de dos agrupaciones mutuamente cruzadas será en cualquier caso menor que un 95% de la superficie de sección transversal total del plano, preferiblemente menor que un 85% del plano total, en particular menor que un 75% del plano total y de manera particularmente preferida menor que un 65% del plano total. Preferiblemente, el número N de elementos de alma es como mínimo de 4 y como máximo de 10. En esta fórmula no se tienen en cuenta las tolerancias habituales de fabricación y montaje. Si los elementos de alma no entran en contacto con la pared interior del cuerpo hueco, resulta

55

más fácil llevar a cabo el montaje y desmontaje de una pluralidad de elementos mezcladores completamente prefabricados. Las posibles dilataciones térmicas del elemento mezclador pueden tener lugar de una manera en gran medida irrestricta durante el funcionamiento. Dependiendo del medio que fluye y de la configuración constructiva del elemento mezclador, es posible que se formen zonas muertas en las regiones marginales, cuando los elementos de alma están unidos directamente a la pared interior del cuerpo hueco. También por esta razón pueden ser ventajoso prever una reducida distancia entre la pared interior del cuerpo hueco y al menos una parte de los elementos de alma, según ha sido expuesto ya en el documento EP 0 856 353 A1.

Otro ejemplo de realización se muestra en la Fig. 4 de manera divergente de la Fig. 3, ahora no todos los elementos de alma (3, 13, 23) de una primera agrupación 21 están ubicados en un plano 5, sino que una parte de los elementos de alma están ubicados en un plano 5' esencialmente paralelo, pero al menos ligeramente desplazado en la dirección del eje longitudinal.

En el marco de un costoso estudio, los parámetros geométricos que describen al elemento mezclador estático fueron variados sistemáticamente y las propiedades resultantes del mezclador fueron evaluadas en cuanto a la pérdida de presión y la eficiencia de mezclado.

Para que los mezcladores estáticos de diferente longitud puedan ser comparados mutuamente en relación a la pérdida de presión, en la optimización se calculó la pérdida de presión por longitud de mezclador.

La calidad de mezclado en un plano A se describe por medio del coeficiente de variación CoV. El mismo se define como la desviación estándar de la distribución de concentración en A normalizada con el valor medio de la concentración  $\bar{c}$  en A.

$$CoV = \frac{\sqrt{\frac{1}{A} \int_A (c - \bar{c})^2 dA}}{\bar{c}}$$

$$\bar{c} = \frac{1}{A} \int_A c dA$$

Al mejorar la mezcla, se reduce el valor CoV. Para la comparación de diferentes mezcladores, fue determinada la reducción del coeficiente de variación CoV a lo largo de una longitud de mezclador predeterminada con igual distribución y por ende también con igual valor CoV antes de los mezcladores; el mezclador que según la longitud prescrita presenta un menor valor CoV, en consecuencia también mezcla de manera más intensa o mejor.

El resultado de este estudio demuestra que los elementos mezcladores presentan propiedades significativamente más favorables cuando entre los elementos de alma que se cruzan mutuamente presentan una distancia (a). La distancia (a) preferiblemente tiene aproximadamente la misma magnitud que la anchura (H) de los elementos de alma. De esta manera, con una calidad de mezclado igual y/o mejorada, según la longitud predeterminada, es posible reducir substancialmente la pérdida de presión sin variar el caudal y ni la sección transversal de la corriente en comparación con el estado de la técnica. Es posible obtener una reducción de 2/3 de la pérdida de presión, manteniendo igual o incluso mejorando la calidad de mezclado.

En la Fig. 5 se representa el resultado de este estudio en lo referente a la pérdida de presión por longitud del mezclador y de la calidad de mezclado según la longitud del mezclador predeterminada del elemento mezclador conforme a la presente invención en diferentes variantes de realización, comparado con el estado de la técnica según CH 642 564. En este contexto, en la abscisa se representa la pérdida de presión en relación a la pérdida de presión del estado de la técnica y en la ordenada la calidad de mezclado según la longitud de mezclador predeterminada en relación a la calidad de mezclado del estado de la técnica según la misma longitud de mezclador. El punto individual 19 corresponde a la pareja de valores para la pérdida de presión relativa y la calidad de mezclado según el estado de la técnica. En la representación, esta pareja de valores fue normalizada (1, 1), por lo que la pérdida de presión relativa de acuerdo con la invención se ubica entre 20 y 80% de la pérdida de presión según el estado de la técnica. El valor CoV por longitud de mezclador predeterminada se sitúa entre 75% y 125% del valor según el estado de la técnica. Por lo tanto, el desarrollo de la gráfica 20 muestra claramente que a pesar de la pérdida de presión substancialmente menor, incluso es posible obtener un mejoramiento significativo de la calidad de mezclado, en particular un valor CoV entre 75 y 100%. En tal sentido, cabe destacar aquí nuevamente que un valor CoV más pequeño de acuerdo con la anterior definición equivale a una mejor calidad de mezclado. A través de

- una adecuada configuración, la pérdida de presión relativa puede ser reducida por más de 2/3 de la pérdida de presión que ocurre en el estado de la técnica. En otras variantes, la calidad de mezclado por longitud de mezclador predeterminada puede ser mejorada por hasta un 20% comparado con el estado de la técnica según CH 642 564, en donde al mismo tiempo se puede alcanzar una reducción de la pérdida de presión por más de un 50% comparado con la que se puede obtener con el mezclador según CH 642 564. El elemento mezclador ilustrado en la Fig. 3 corresponde en el diagrama a un punto con una pérdida de presión que es alrededor de un 60% menor que la del estado de la técnica, simultáneamente con una calidad de mezclado que es un 20% mejor para la misma longitud de mezclador.
- 5
- 10 Según los ejemplos de realización conforme a las Fig. 3 y 4, al menos parcialmente hay elementos distanciadores (15, 16) dispuestos entre los elementos de alma adyacentes. A través de los elementos distanciadores, se hace posible o se simplifica el montaje de los elementos de alma. Además, los elementos distanciadores pueden servir para incrementar la estabilidad del elemento mezclador estático. Los elementos distanciadores pueden ser componentes estructurales separados, los cuales se pueden unir a los elementos de alma, por ejemplo, por soldadura, o también pueden proveerse en forma de engrosamientos o ensanchamientos locales. Un ejemplo de un ensanchamiento de esta clase en la región próxima a la pared del elemento de alma se representa en la Fig. 6.
- 15

La Fig. 6 muestra un detalle de una región de cruce o intersección de dos elementos de alma 3, 4 con elementos distanciadores 15, 16 en forma de engrosamientos y ensanchamientos locales. Estos engrosamientos sirven para la unión de dos elementos de alma entre sí. Los engrosamientos se limitan esencialmente a la región del cruce. Debido a que el engrosamiento 16 sólo representa una unión local de los elementos de alma, en cualquier caso sólo tiene poca influencia sobre la corriente.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un elemento mezclador estático que presenta una dimensión de anchura  $D_b$  y es adecuado para ser montado dentro de un cuerpo hueco (10) con una dimensión de anchura  $D_b$  substancialmente igual, cuyo eje longitudinal determina una dirección principal de la corriente; en donde el elemento mezclador estático está formado por una primera agrupación (21) y una segunda agrupación (31); en donde la primera agrupación (21) presenta al menos un primer elemento de alma (3) y la segunda agrupación (31) al menos un segundo elemento de alma (4); en donde la primera agrupación (21) está dispuesta en forma cruzada en relación a la segunda agrupación (31) y la primera agrupación (21) y la segunda agrupación (31) encierran un ángulo no igual a  $0^\circ$  en relación a la dirección principal de la corriente, mientras que la primera agrupación (21) encierra un ángulo mayor que  $0^\circ$  con la segunda agrupación (31); y en donde al proyectarse la primera agrupación (21) y la segunda agrupación (31) sobre un plano de proyección ubicado en forma perpendicular a la dirección principal de la corriente, entre el primer elemento de alma (3) y el segundo elemento de alma (4) hay por lo menos parcialmente espacios intermedios.
2. Un elemento mezclador estático de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer elemento de alma (3) está dispuesto en forma adyacente al segundo elemento de alma (4).
3. Un elemento mezclador estático de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde el primer elemento de alma (3) y el segundo elemento de alma (4) presentan una superficie orientada en sentido contrario a la corriente y una superficie orientada en el sentido de la corriente y la superficie orientada en sentido contrario a la corriente está limitada por un primer borde longitudinal, un segundo borde longitudinal, un primer borde transversal y un segundo borde transversal.
4. Un elemento mezclador estático de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el primer borde longitudinal presenta una distancia con respecto al segundo borde longitudinal, la cual define una anchura del elemento de alma, medida en un plano perpendicular a la dirección principal de la corriente.
5. Un elemento mezclador estático de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la anchura del elemento de alma, la cual está definida por un primer plano perpendicular, es diferente a la anchura de un elemento de alma que está definida por un segundo plano perpendicular, y en donde el primer plano perpendicular no es igual al segundo plano perpendicular.
6. Un elemento mezclador estático de acuerdo con alguna de las reivindicaciones precedentes, en donde entre el borde longitudinal derecho del primer elemento de alma y el borde longitudinal izquierdo del segundo elemento de alma, también en la proyección sobre un plano perpendicular a la dirección principal de la corriente se mantiene una ranura.
7. Un elemento mezclador estático de acuerdo con la reivindicación 6, el cual presenta una superficie ondulada, de tal manera que la ranura tiene una anchura variable.
8. Un elemento mezclador estático de acuerdo con alguna de las reivindicaciones 3 a 7, en donde al menos uno de los bordes longitudinales primero y segundo presenta una curvatura.
9. Un elemento mezclador estático de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la curvatura es convexa o cóncava.
10. Un elemento mezclador estático de acuerdo con alguna de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos un elemento de alma sobresale al menos parcialmente de la agrupación correspondiente.
11. Un elemento mezclador estático de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el elemento de alma presenta una estructura ondulada.
12. Un elemento mezclador estático de acuerdo con alguna de las reivindicaciones precedentes, en donde la superficie orientada en el sentido de la corriente es substancialmente paralela a la superficie orientada en sentido contrario a la corriente.
13. Un elemento mezclador estático de acuerdo con alguna de las reivindicaciones precedentes, en donde la superficie orientada en sentido contrario a la corriente presenta una distancia con respecto a la superficie orientada en el sentido de la corriente que define un espesor del elemento de alma.
14. Un elemento mezclador estático de acuerdo con alguna de las reivindicaciones 4 a 13, en donde cada uno de los elementos de alma presenta una anchura media  $H$ , en donde la anchura media es el valor medio de una anchura determinada por diferentes planos perpendiculares, y la suma relativa  $z$  de las anchuras medias  $H$  de los elementos de alma, medidas en la dirección de la dimensión de anchura  $D_b$  del elemento mezclador, es menor que el 95% de la dimensión de anchura  $D_b$  del elemento mezclador.

15. Un elemento mezclador estático de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la dirección principal de la corriente se ubica en la dirección del eje longitudinal de un cuerpo hueco, dentro del cual está alojado el elemento mezclador.

5

Fig.1

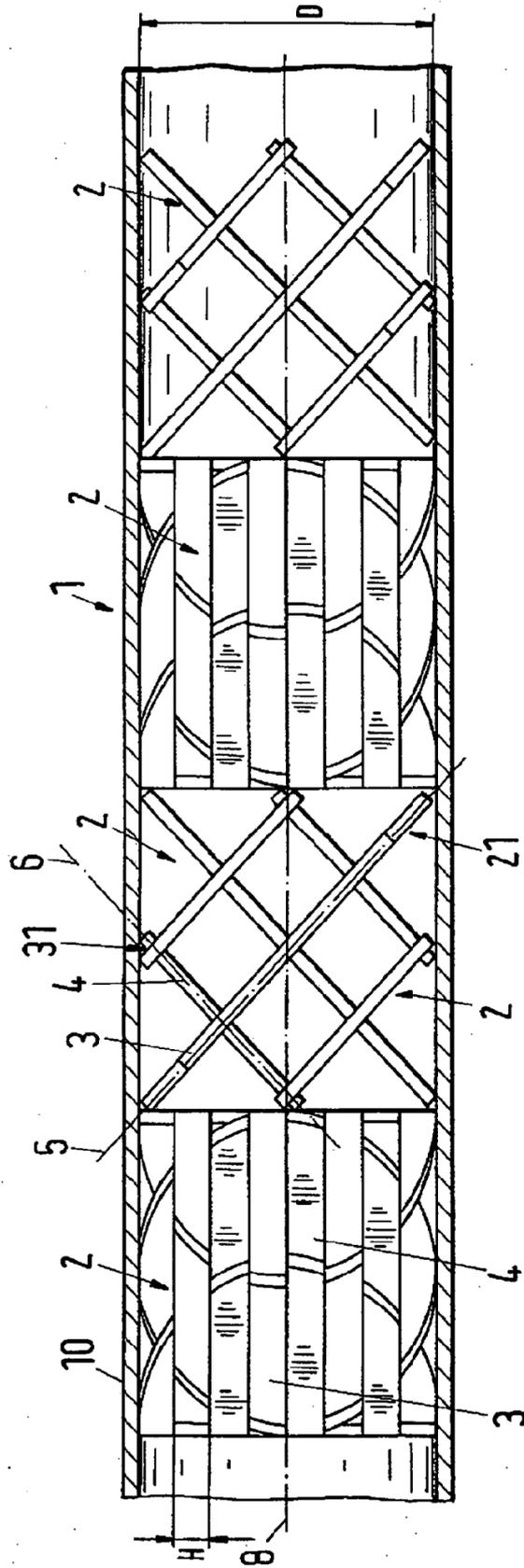
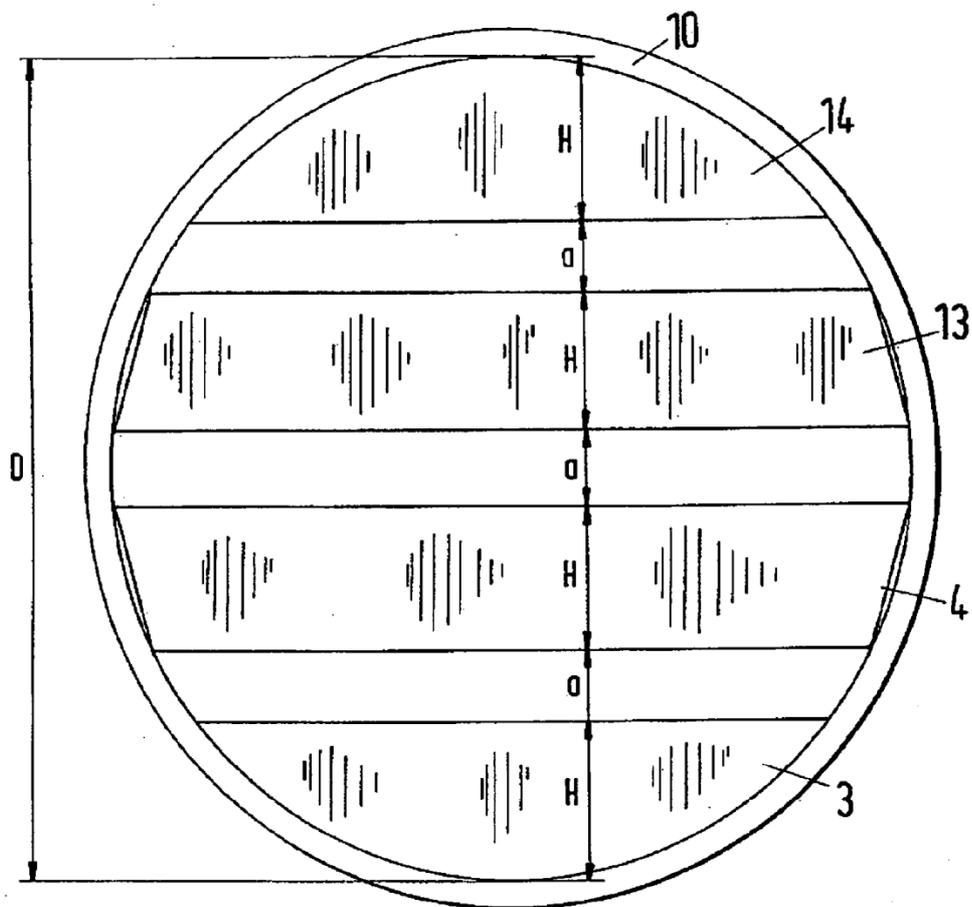


Fig.2



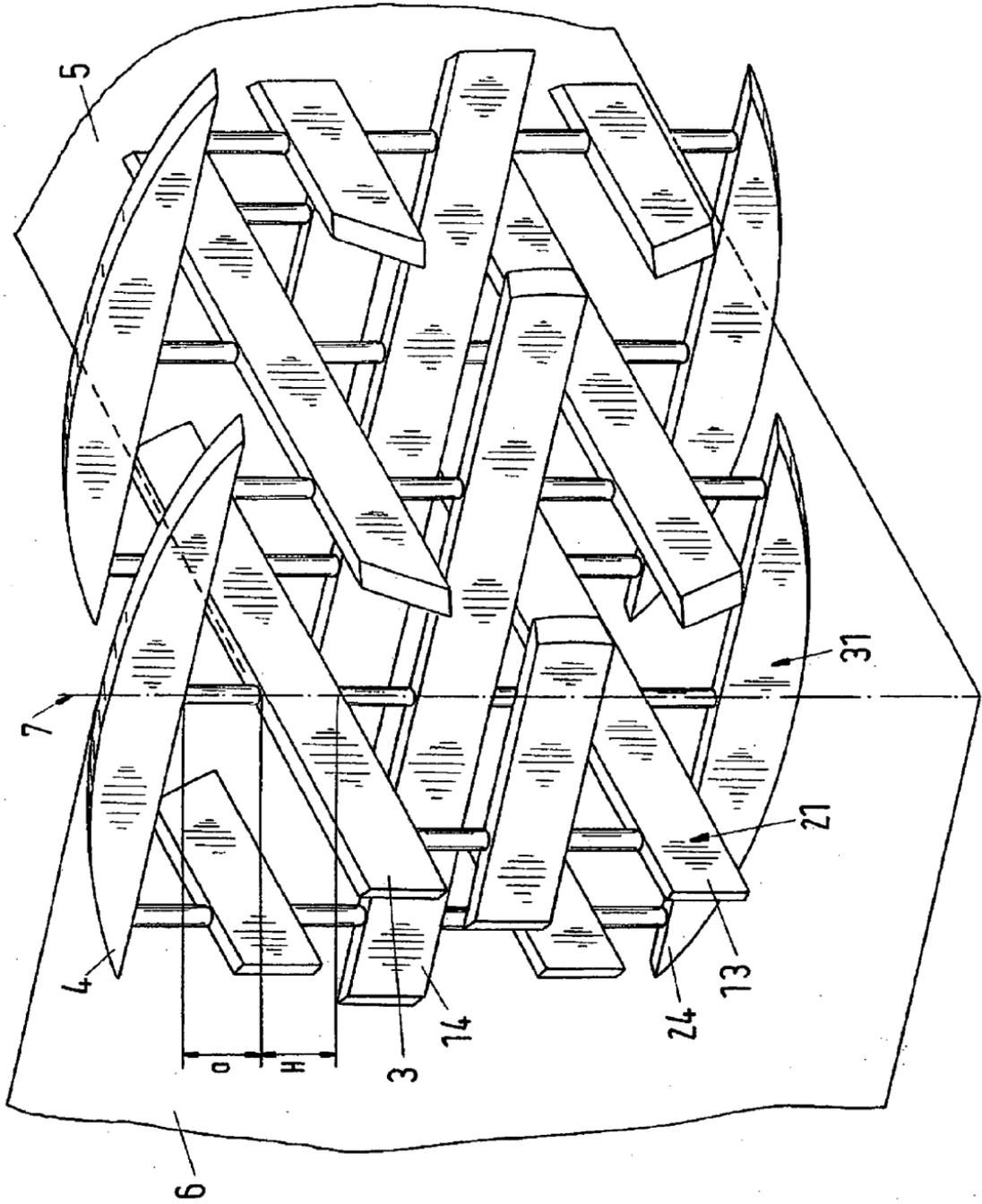


Fig.3

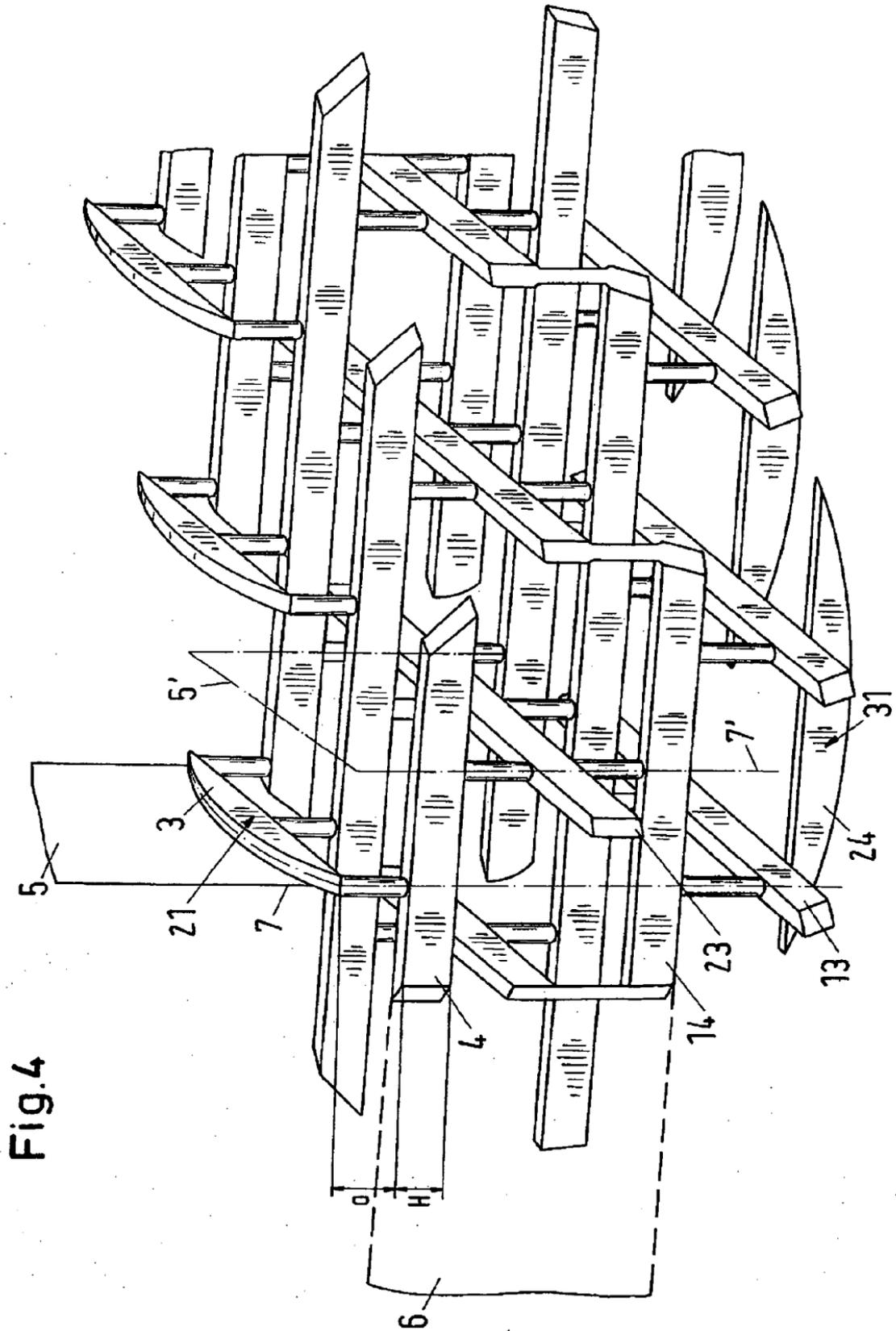


Fig. 4

Fig.5

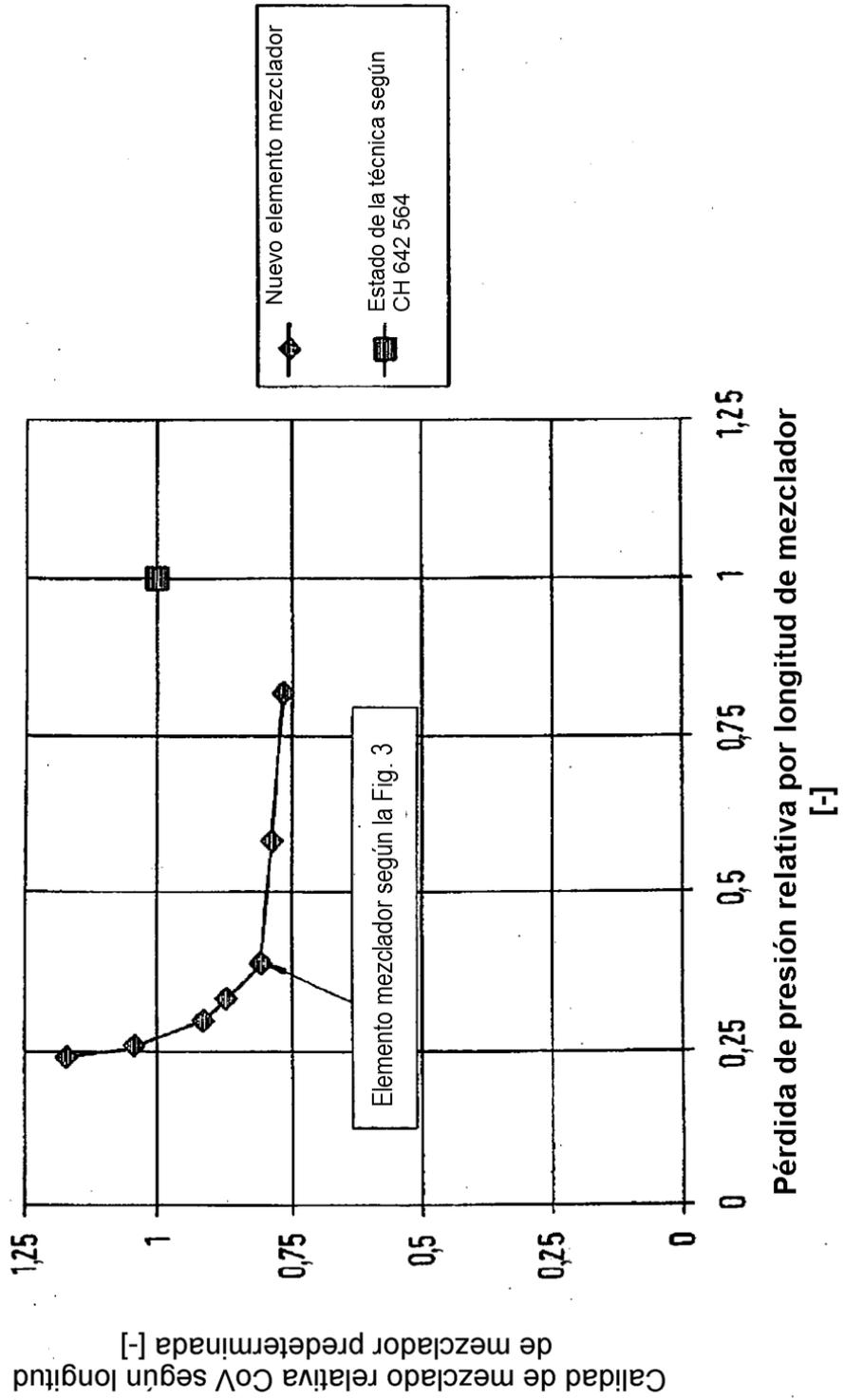


Fig.6

