(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 410 265**

(51) Int. Cl.:

G01L 7/08 (2006.01)
G01L 23/10 (2006.01)
G01L 23/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2009** **E 09740249 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013** **EP 2331925**

(54) Título: **Membrana de sensor**

(30) Prioridad:

09.10.2008 CH 16042008

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.07.2013

(73) Titular/es:

KISTLER HOLDING AG (100.0%)
Eulachstrasse 22
8408 Winterthur, CH

(72) Inventor/es:

KUMMER, ADRIAN y
SONDEREGGER, CHRISTOF

(74) Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 410 265 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

Membrana de sensor

Campo técnico

[0001] La invención se refiere a una membrana de sensor, particularmente para sensores de fuerza o de presión, que está delimitada por un borde exterior y un borde interior, comprendiendo al menos una zona elástica entre el borde exterior y el interior con un punto más delgado, donde el espesor del material aumenta de forma continua dentro de la zona elástica a ambos lados de este punto más delgado, según el preámbulo de la reivindicación principal.

Estado de la técnica

[0002] Dichas membranas son usadas, sobre todo, en sensores de fuerza o de presión. Estas aíslan el interior del sensor del exterior y deben soportar la presión diferencial entre ambos lados. Las membranas generalmente son axialmente simétricas. Estas comprenden una zona elástica que está delimitada por un borde exterior y un borde interior. El borde exterior está unido de forma resistente a la presión a una carcasa de sensor, mientras que el borde interior se convierte en un pistón móvil resistente a la presión, cuya desviación puede ser registrada por un elemento de medición de la carcasa del sensor.

[0003] Otros tipos de membrana se utilizan fundamentalmente, por ejemplo, en tambores, altavoces, micrófonos o en otras aplicaciones técnicas. Estas consisten en baldosas o láminas planas o acuñadas, generalmente no son herméticas y tampoco soportan presiones de varios bar. A menudo se utilizan junto con ondas sonoras y, por eso, tampoco están expuestas a presiones grandes. Dichas membranas con diámetros de varios centímetros o incluso decímetros deben permitir únicamente desviaciones grandes. Esto se alcanza, por ejemplo, mediante varias ondas en la zona elástica, las cuales llevan a una buena elasticidad. Sin embargo, el espesor del material en estas zonas es siempre constante.

[0004] Del mismo modo, se conocen fundamentalmente otras membranas de sensor de sensores de presión llenos de aceite. Dichas membranas están hechas a menudo de metales blandos y presentan ondas en sus superficies. Al contrario que las membranas descritas aquí, estas no deben soportar diferencias de presión, puesto que siempre actúa una contrapresión al mismo nivel que la presión presentada en el lado interior de la membrana.

[0005] El espesor del material de membranas de muchos sensores de fuerza o de presión presenta un mínimo aproximadamente en el centro de la zona elástica y crece continuamente a ambos lados del mínimo. Este tipo de membranas se conoce, por ejemplo, del documento CH 670310. La zona elástica es cóncava a ambos lados vista transversalmente, otras aplicaciones son planas-cóncavas.

[0006] La membrana es elástica debido a este reducido espesor del material de la membrana que, generalmente, está configurada de forma metálica. La resistencia de la membrana disminuye con la reducción del espesor del material mínimo, mientras que, en este caso, la elasticidad crece. Se daría el caso contrario con un aumento del espesor del material mínimo. De este modo, la resistencia y la elasticidad están vinculadas la una a la otra. Por lo tanto, por ejemplo, cuando aumenta la resistencia mediante un espesor del material más grueso, simultáneamente se reduce la elasticidad de la membrana, lo cual lleva a una mayor sensibilidad a la instalación.

[0007] Otras membranas para sensores de fuerza o de presión presentan paredes finas uniformes en la zona elástica con espesor constante del material. En este caso, esta zona delgada puede ser plana, arqueada o arqueada de forma múltiple. Dichas membranas son económicas y se usan en muchas aplicaciones. Puesto que su calidad conforme a la relación entre resistencia y elasticidad es mucho menor que la calidad de las membranas con un punto más delgado, del cual aumenta el espesor del material a ambos lados, se prescinde de dichas membranas.

[0008] En el documento US 2004/0231425 se representan sensores de presión con diferentes formas de membrana. En estas membranas, el espesor del material posee, por lo general, un grueso uniforme o presenta un máximo en el centro en la zona elástica. Dichas membranas son empleadas, sobre todo, en usos con altas temperaturas. El objetivo de estas membranas es reducir errores de medición debido a dilataciones del material.

[0009] Del documento EP 649011 se conoce otra estructura de membrana que posee efectos que compensan el calor en captadores de presión. Esta se caracteriza por poseer dos zonas elásticas con una configuración plana-cóncava. Entre estas zonas, la membrana está configurada con un espesor de material uniforme y ligeramente reducida hacia el pistón.

[0010] Dichas membranas han demostrado ser débiles, cuando la membrana se expone a fuerzas o a altas presiones. Puesto que en el sensor detrás de la membrana hay una cavidad, esta no es sometida a presión. En usos a alta presión o exposición a grandes fuerzas, en el caso de dichas membranas, siempre lleva a la rotura de las membranas.

Representación de la invención

[0011] Es objeto de la presente invención describir una membrana de sensor de un sensor de fuerza o de presión descrita anteriormente, que presente una mayor resistencia con la misma elasticidad, para poder utilizarla también con presiones diferenciales mayores.

[0012] La tarea se resuelve mediante las características de la reivindicación independiente.

[0013] La idea en la que se basa la invención consiste en que la sección transversal de la membrana representa una forma arqueada en la zona elástica con un contorno exterior convexo y un contorno interior cóncavo, con respecto a la orientación del arco.

[0014] Se ha demostrado que esta forma de la sección transversal en la zona elástica con los arcos orientados del mismo modo configurados a ambos lados, se ocupan de una alta resistencia de la membrana. Además, para la alta elasticidad de la membrana es importante que el espesor del material siga disminuyendo de forma continua en la zona elástica total hasta un mínimo y, a continuación, crece de nuevo continuamente.

[0015] Pueden estar dispuestas también varias zonas elásticas entre el exterior y el borde interior. Estas están configuradas con un grosor similar en los puntos más delgados, para que su efecto como membrana también surta efecto. Para soportar el aumento de carga, todas las zonas elásticas deben estar configuradas correspondientemente según la invención, hasta que los puntos más delgados estén configurados con un grosor similar. Si una zona elástica no estuviera configurada de forma arqueada de la manera según la invención, la membrana se volvería por completo tan débil como en este punto y se rompería con una carga pequeña.

Breve descripción de los dibujos

[0016] A continuación, se explica con más detalle la invención con referencia a los dibujos. Estos muestran:

Fig. 1 una representación esquemática seccionada de un sensor según el estado de la técnica con un elemento de medición sensible a la presión;
Fig. 2 una representación esquemática seccionada de un sensor según el estado de la técnica con un elemento de medición óptico;
Fig. 3 una representación esquemática seccionada de un sensor según la invención con un elemento de medición sensible a la presión;
Fig. 4 una representación esquemática seccionada de un sensor según la invención con un elemento de medición óptico;
Fig. 5 una representación esquemática seccionada de un sensor alternativo según la invención con un elemento de medición sensible a la presión;
Fig. 6 una representación esquemática seccionada de un sensor alternativo según la invención con un elemento de medición óptico;
Fig. 7 un fragmento de una representación esquemática seccionada de sensor alternativo según la invención;
Fig. 8 un fragmento seccionado de una membrana según la invención en la zona elástica;
Fig. 9 relación esquemática de resistencia y elasticidad con formas de membrana diferentes.

Vías para la realización de la invención

[0017] Los números de referencia se mantienen en todos los dibujos.

[0018] La Fig. 1 y 2 muestran una representación esquemática seccionada de un sensor 1 según el estado de la técnica. El sensor 1 comprende respectivamente una carcasa 6, en la cual hay dispuesto un elemento de medición 8. La carcasa 6 está aislada por una membrana 2, la cual es atravesada durante una medición de una fuerza o una presión desde el lado exterior. La membrana 2 es generalmente redonda. En el centro presenta un pistón 7, cuya desviación del elemento de medición 8 puede ser registrada.

[0019] En la Fig. 1, el elemento de medición 8 es un cuerpo de material piezoeléctrico o piezoresistivo, que se apoya directa o indirectamente en la parte posterior de la carcasa 6 y que se puede medir la fuerza de la membrana 2 que actúa sobre él.

[0020] En la Fig. 2, el elemento de medición 8 es una fibra óptica que puede medir la desviación de la membrana 2, en cuanto que esta emite luz hacia la membrana 2 y se reflecta, es recogida de nuevo por la fibra y evaluada, a continuación, en una sistema de evaluación a causa de la vía recorrida.

[0021] La membrana 2 comprende respectivamente una zona elástica 3 que está delimitada por un borde exterior 4 y un borde interior 5. El borde exterior 4 está unido a la carcasa del sensor 6 de forma resistente a la presión y el borde interior 5 se transforma de forma resistente a la presión en el pistón móvil 7. Esta zona elástica 3 debe resistir, en una medición, las cargas que actúan desde el exterior sobre la membrana 2. Por consiguiente, con la carga prevista, esta se

puede desgarrar o deformar plásticamente y debería causar también una derivación de fuerza lo más baja posible. La membrana 2 representada aquí, se observa de forma seccionada en la zona elástica, está configurada de forma cóncava a ambos lados con un espesor del material d que es mínimo en el centro y crece a ambos lados. También se conocen configuraciones planas-cóncavas.

[0022] El pistón puede estar configurado también alternativamente de forma circular, como en el documento CH 670310, por lo cual la membrana presenta una zona elástica respectivamente en el interior y el exterior del anillo. En este caso, la zona central de la membrana está unida, como el borde exterior, a la carcasa de forma resistente a la presión.

[0023] En la Fig. 9 se indica la relación de la resistencia y la elasticidad de una membrana 2. El límite de la resistencia se puede constatar mediante una rotura o un desgarro de la membrana y/o su conformación plástica. Esto significa respectivamente una destrucción del sensor.

[0024] El trazado de la curva 12 de una membrana convencional 2 según el estado de la técnica muestra el vínculo resistente de la resistencia y la elasticidad. Según la configuración del grosor del espesor del material mínimo d_1 de una membrana, la resistencia y la elasticidad aumentarán o disminuirán de forma inversa entre ellas. Con la técnica convencional no se consigue abandonar esta línea y, de este modo, crear mejores membranas que presentan una resistencia más alta con la misma elasticidad.

[0025] Exactamente es este el caso cuando la membrana está configurada según la invención. Un membrana 2 de este tipo según la invención presenta una resistencia más alta con la misma elasticidad. Por lo tanto, el trazado de la curva 13 que indica la relación entre elasticidad y resistencia de una membrana 2 según la invención, se desplaza a una resistencia más alta.

[0026] Dichas membranas 2 según la invención son representadas en las Figs. 3 a 6. Las Figs. 3 y 5 son formas de realización con un elemento de medición 8 piezoeléctrico o piezoresistivo y las Figs. 4 y 6, con elementos de medición 8 ópticos. La estructura de base con la carcasa 6 y la membrana 2 aplicada de forma hermética a esta corresponden, de ahora en adelante, a la estructura convencional según las Figs. 1 y 2.

[0027] La configuración alternativa descrita con un pistón anular sirve igualmente para las configuraciones de la membrana de sensor según la invención.

[0028] En las membranas 2 de las Figs. 3 a 6 según la invención, la zona elástica 3 presenta en el centro a su vez un espesor del material mínimo d1, que va aumentando a ambos lados. En lugar del contorno cóncavo-cóncavo en sección transversal, el contorno de la sección transversal de la membrana 2 según la invención es convexo-cóncavo y describe, por consiguiente, una forma arqueada. El arco presenta un contorno exterior convexo 10 y un contorno 11 interior cóncavo. Los conceptos "interior" y "exterior" se refieren, a su vez, a la alineación de la forma arqueada y no al lado interior o exterior de la carcasa del sensor. El arco se arquea, por consiguiente, hacia fuera desde el nivel de la membrana 2. Aquí se señala que no es lo mismo cóncavo-convexo que convexo-cóncavo. En contornos convexos-cóncavos no reivindicados, el más pequeño de ambos radios de curvatura r_i está sobre el lado interior del arco que presenta aproximadamente en el centro el espesor del material d_1 más delgado y hacia el exterior, más grueso. En contornos cóncavos-convexos se da el caso contrario: el más pequeño de ambos radios de curvatura está sobre el lado exterior del arco. De este modo, el centro del arco es el más grueso y hacia fuera es permanentemente fino. Dicho contorno no es ventajoso para una zona elástica 3 de una membrana 2 y, por lo tanto, tampoco es reivindicado.

[0029] En la Fig. 8 se representa la zona elástica 3 de una membrana 2 según la invención. El espesor del material más delgado d_1 está en el centro de esta zona. Preferiblemente uno o ambos contornos 10, 11 de la zona elástica 3 están definidos, al menos, en parte mediante arcos circulares. En la Fig. 8, el radio exterior del contorno convexo está indicado con r_a y el radio interior del contorno cóncavo, con r_i. En este caso es evidente que r_a es considerablemente más grande que r_i. Incluso cuando el contorno exterior y/o el interior no describen radios circulares, de este modo lo mismo es válido también para los radios de curvatura respectivos en el punto más delgado de la zona elástica 3.

[0030] Por ejemplo, el lado arqueado cóncavo 11 de la zona elástica 3 presenta un radio de curvatura r_i entre 0,1 y 2,5 mm, mientras que el lado arqueado convexo 10 de la zona elástica 3 presenta un radio de curvatura r_a entre 0,5 y 5 mm.

[0031] El espesor del material aumenta hacia los bordes de la membrana 2. Según la invención, el espesor del material d_2 en el borde del arco 9 es, al menos, 1,3 veces tan grande como el espesor del material central d_1. Se logran muy buenos resultados con espesores del material d_2 en el borde del arco 9, que son de 1,5 hasta 2 veces tan grandes como d_1. Estas relaciones conceden un campo de fuerza regular de una membrana 2 con una carga, sin experimentar máximos de tensión local bajo carga. De esta manera, la resistencia aumenta con la misma elasticidad.

[0032] Por consiguiente, una membrana 2 según la invención, también con espesores mínimos del material d_1 bajos puede soportar todavía una presión diferencial de, al menos, 10 bar. Preferiblemente se utilizan membranas según la invención, pero para sensores de presión, particularmente sensores de alta presión, por ejemplo en cámaras de combustión. Se deben soportar tensiones de compresión de 10.000 bar para dichas aplicaciones.

[0033] Se logran buenos resultados para dichas aplicaciones con membranas 2, cuyo espesor del material d_1 de la zona elástica 3 se encuentra entre 0,02 y 1 mm.

[0034] Las investigaciones han demostrado que es irrelevante para la elasticidad de una membrana, si el arco 9 está orientado hacia fuera o hacia dentro. Ambas disposiciones han logrado buenos resultados. Para la resistencia, el arco hacia fuera es ventajoso. Por otra parte, por motivos de espacio puede preferirse una membrana con arco configurado hacia dentro.

[0035] Otra posibilidad para la mejora de una membrana 2 consiste en que dos zonas 3 elásticas según la invención están dispuestas la una al lado de la otra, como se representa en la Fig. 7. Otras zonas elásticas 3 no han logrado un perfeccionamiento. Por consiguiente, son recomendables de forma explícita exactamente una o exactamente dos zonas elásticas 3. Otra zona elástica actúa sólo como tal y, por lo tanto, se observa sólo como zona elástica real, cuando su espesor del material más delgado posee un grosor similar al de la primera zona elástica.

[0036] Según la invención, la membrana 2 es preferiblemente de metal, vidrio, cerámica, monocristal como zafiro o cuarzo o de vidrio metálico.

Lista de referencias

[0037]
1 Sensor
2 Membrana del sensor, membrana
3 Zona elástica
4 Borde exterior
5 Borde interior
6 Carcasa del sensor, carcasa
7 Pistón
8 Elemento de medición
9 Arco
10 Contorno exterior convexo del arco en sección transversal
11 Contorno interior cóncavo del arco en sección transversal
12 Trazado de curva de una membrana convencional
13 Trazado de curva de una membrana según la invención
B Resistencia
D Punto más delgado de la membrana
E Elasticidad
d Espesor del material de la membrana
d_1 Espesor del material central en la zona elástica
d_2 Espesor del material en el borde del arco
r_i Radio del contorno interior cóncavo del arco
r_a Radio del contorno exterior convexo del arco

REIVINDICACIONES

1. Membrana del sensor, particularmente para un sensor de fuerza (1) o de presión que está delimitado por un borde exterior (4) y un borde interior (5), donde el borde exterior (4) está conectado de forma resistente a la presión con una carcasa de sensor (6) y el borde interior (5) desemboca de forma resistente a la presión en un pistón móvil (7), cuya desviación puede ser registrada por un elemento de medición (8) en la carcasa del sensor (6), comprendiendo una o varias zonas elásticas (3) entre el borde exterior (4) y el borde interior (5) cada uno con un punto más delgado (D), donde el espesor del material (d) dentro de la zona elástica (3) crece de forma continua a ambos lados de este punto más delgado (D), **caracterizada por que** la sección transversal de la membrana en cada zona elástica (3) representa una forma de arco (9) con un contorno exterior convexo (10) y un contorno interior cóncavo (11), con respecto a la alineación del arco.

2. Membrana según la reivindicación 1, **caracterizada por que** uno o ambos contornos (10, 11) de la zona elástica (3) se define, al menos, en parte a través de los arcos circulares.

3. Membrana según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** el espesor del material (d_2) en el borde del arco (9) es, al menos, 1,3 veces tan grande como el del centro (d_1).

4. Membrana según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la membrana puede soportar una presión diferencial de, al menos, 10 bar.

5. Membrana según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el lado arqueado cóncavo (11) de la zona elástica (3) presenta un radio de curvatura entre 0,1 y 2,5 mm.

6. Membrana según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el lado arqueado convexo (10) de la zona elástica (3) presenta un radio de curvatura entre 0,5 y 5 mm.

7. Membrana según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el espesor del material más delgado (d_1) de la zona elástica (3) se encuentra entre 0,02 y 1 mm.

8. Membrana según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el arco (9) está orientado hacia fuera.

9. Membrana según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el arco (9) está orientado hacia dentro.

10. Membrana según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la membrana entre el borde interior (5) y el exterior (4) presenta exactamente una o exactamente dos zonas elásticas (3) con respectivamente un contorno exterior convexo (10) y un contorno interior cóncavo (11).

11. Membrana según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la membrana está hecha de metal, vidrio, cerámica, cristal o de vidrio metálico.

12. Sensor que comprende una membrana según una de las reivindicaciones anteriores.

13. Sensor según la reivindicación 12, **caracterizado por que** el sensor es un sensor de presión, particularmente un sensor de alta presión y/o un sensor de presión de zona de combustión.

14. Sensor según una de las reivindicaciones anteriores 12 a 13, **caracterizado por que** el sensor es un sensor piezoeléctrico, piezoresistivo u óptico.

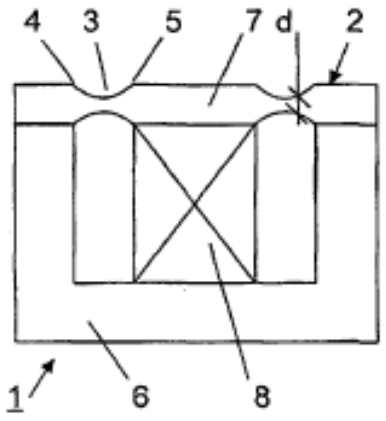

Fig. 1

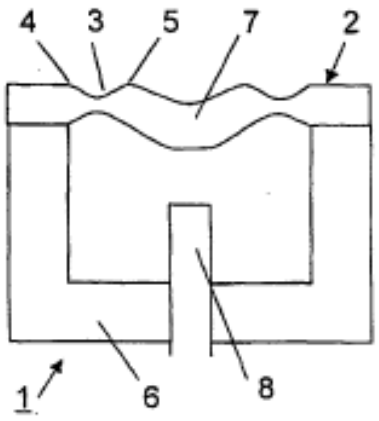

Fig. 2

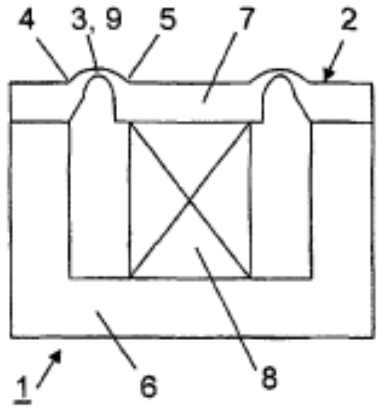

Fig. 3

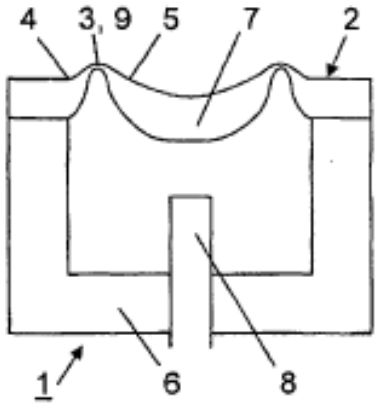

Fig. 4

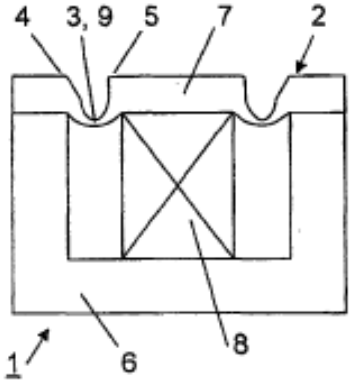

Fig. 5

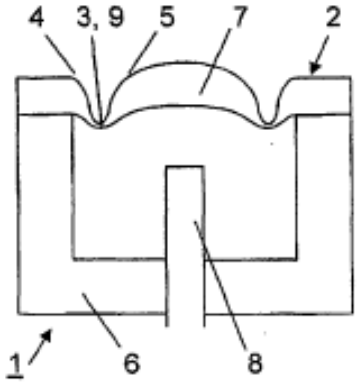

Fig. 6

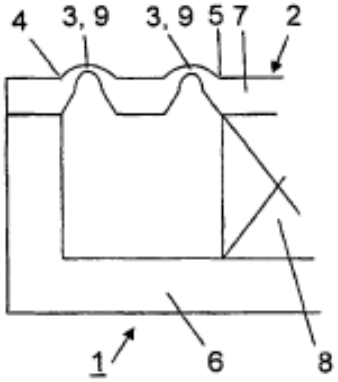

Fig. 7

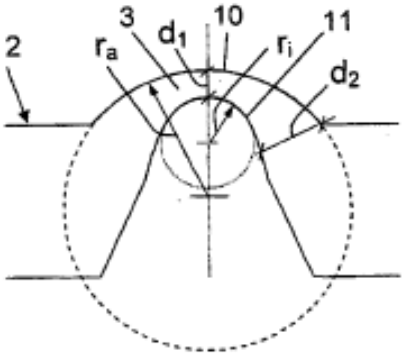

Fig. 8

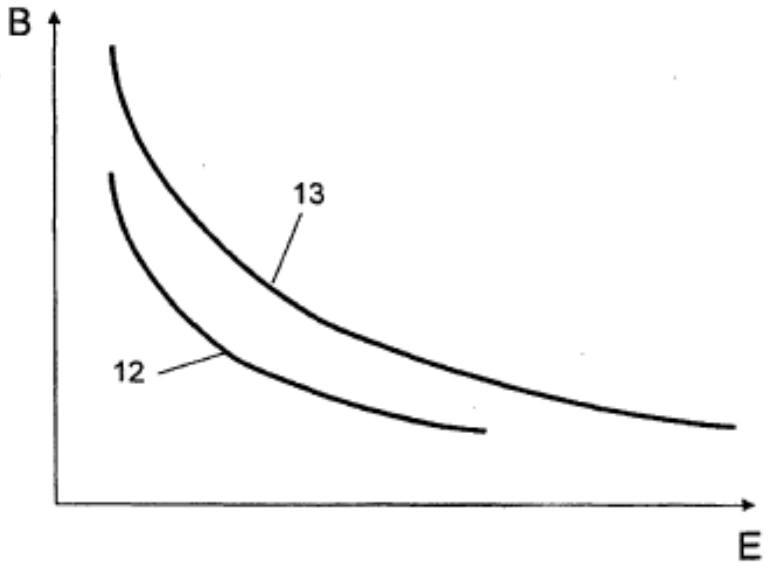

Fig. 9