

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 736 967**

51 Int. Cl.:

B23K 26/36 (2014.01)

F16K 17/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.03.2013 PCT/IT2013/000073**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14141307**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2013 E 13723569 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 2969371**

54 Título: **Discos de seguridad y método**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.01.2020

73 Titular/es:
**DONADON SAFETY DISCS AND DEVICES S.R.L.
(100.0%)
Via Franceschelli, 7
20011 Corbetta (MI), IT**

72 Inventor/es:
**MODENA, MARIO y
DONADON, ANTONIO RUGGERO SANTE**

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 736 967 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

Discos de seguridad y método

- 5 Esta invención se refiere a un disco de seguridad, es decir, un elemento con forma de disco con forma de cúpula que tiene un umbral de fallo predeterminado, tal y como se conoce por ejemplo a partir del documento US-A-2012/0012571.
- 10 De forma más específica, esta invención es utilizada de forma ventajosa en la producción de dispositivos aplicados a sistemas a lo largo de líneas neumáticas o hidráulicas para asegurar las medidas de seguridad necesarias para el sistema que pueden estar sujetas a condiciones que difieren de las condiciones de diseño.
- 15 De forma aún más específica, los dispositivos se aplican a líneas de emergencia para cerrar completamente el conducto en el cual son aplicados.
- 20 Un fluido a alta presión actúa en uno de los semiespacios definidos por el dispositivo, mientras que una presión inferior, por ejemplo, la presión atmosférica, actúa en el semiespacio opuesto.
- De forma alternativa, los discos de seguridad de la técnica anterior pueden proteger los sistemas que funcionan a presiones subatmosféricas. En este caso, también, el dispositivo está sujeto a una diferencia de presión que actúa entre las dos superficies opuestas del dispositivo.
- 25 Cuando la diferencia entre la presión que actúa dentro del sistema y la presión externa excede un valor de seguridad umbral predeterminado, el disco se rompe rasgándose el mismo y permite al fluido externo fluir en el interior del sistema, por lo tanto, evitando el daño a partes del sistema.
- Normalmente, los discos de seguridad referidos tienen una configuración con forma de disco con una superficie en la cual actúa un fluido a presión; la superficie puede ser plana, cóncava o convexa.
- 30 De forma alternativa, los discos tienen una forma cuadrada o rectangular de acuerdo con el conducto en el cual deben ser aplicados.
- Los discos que no tienen ninguna línea de fractura predeterminada se abren de una manera indefinida con separación de ciertas partes. Por esta razón, los discos con líneas de fractura predeterminadas, que se pueden obtener con incisiones de varias formas, o bien pasantes o ciegas, son utilizados de forma preferible en muchos casos. En el caso de cortes pasantes o agujeros, es necesaria una segunda capa continua, más débil que es la sección transversal calibrada, asegurando el sellado neumático y/o hidráulico. Este no es necesariamente el caso de agujeros ciegos o cortes no pasantes.
- 35 En cualquier caso, estos discos pueden tener una pluralidad de cortes ciegos situados en una superficie del disco en una configuración adecuada de tal manera que definen líneas de fractura predeterminadas correspondientes.
- 40 En otras palabras, cuando el valor umbral de la presión de fluido es excedido, el disco de seguridad falla en las líneas de fractura predeterminadas.
- 45 Durante la producción de estos discos, se debe prestar una atención particular a la ejecución de los cortes no pasantes en términos de profundidad, longitud y anchura, pero también con respecto al mantenimiento de las características mecánicas del material de disco residual próximo a los cortes no pasantes. De forma más específica, es deseable que el material mantenga su estructura metalúrgica cristalina inalterada.
- 50 De hecho, las dimensiones de cortes no pasantes se seleccionan como una función del valor del umbral de presión predeterminado al cual debe fallar el disco.
- 55 Las alteraciones mecánicas no deseadas y/o las alteraciones en la estructura cristalina, que son difíciles de evaluar, pueden modificar este valor de umbral y reducir la vida de funcionamiento y la resistencia a tensiones, especialmente de una naturaleza cíclica. De esta manera, el disco de seguridad comienza a funcionar antes o después de que se alcance este valor.
- 60 Generalmente, los cortes no pasantes se hacen principalmente de manera mecánica. De forma más específica, los cortes no pasantes se pueden hacer por medio de una deformación permanente utilizando punzones y elementos relacionados o troqueles y contratroqueles.
- De forma alternativa, los cortes no pasantes se pueden realizar mediante micro fresado. En otras palabras, una porción del material es eliminada mecánicamente con gran precisión.
- 65

Los métodos descritos en todos los casos implican el uso de herramientas que entran en contacto con el disco de seguridad.

5 Además, no es posible con estos sistemas obtener cortes no pasantes de poca profundidad que podrían ser útiles para la incisión, sin taladro pasante, de discos con un espesor muy pequeño, de pocas decenas de micrones.

10 Además, con el uso de un corte mecánico no es posible obtener incisiones perfectamente limpias, es decir, completamente libres de material de desecho resultante del corte que pueden alterar las propiedades mecánicas y el umbral de fallo del disco.

15 En otras palabras, los cortes mecánicos dejan residuos de material de desecho en el interior de la incisión no pasante, los cuales por lo tanto provocan límites en las dimensiones del corte no pasante que se pueda hacer y en la precisión que se puede obtener en términos de capacidad de repetibilidad del disco.

20 Técnicas alternativas comprenden métodos de incisión no pasante que usan un electro pulido posiblemente después de la inserción mediante láser de una capa de aislamiento protectora. En este tipo de método descrito en la solicitud de patente US No. 2006/0237457, el disco es cubierto por adelantado con una capa de material protector. En este caso, el rayo láser traza las líneas que se van a cortar directamente en el material protector y no en el metal. Los cortes no pasantes son por lo tanto hechos realmente por medio de un proceso de electro pulido. La eliminación del material metálico tiene lugar por medio de un método electrolítico (pulido eléctrico). Finalmente, se retira la capa de material protector.

25 El uso de un rayo láser para mecanizar que obtiene directamente los cortes no pasantes sobre el disco se ha expuesto en varias publicaciones a lo largo de los últimos años, tal como en la patente CA 1304650. Se ha establecido bien que el mecanizado láser es un proceso de retirada de material basado en el transporte de energía fotónica dentro del material objetivo. Esta energía retira el material por medio de dos efectos físicos: o bien mediante fusión y retirada del material fundido o mediante vaporización del material después de la fusión o una ablación directa.

30 El documento US 2006/0237457 divulga que la utilización de un rayo láser directamente sobre un disco para proporcionar un corte no pasante no es satisfactoria por varias razones, principalmente debido a que los láseres calientan de forma significativa y queman el disco, oxidan el material y cambian la metalurgia del metal. Por lo tanto, de acuerdo con esta publicación, es imposible proporcionar un corte no pasante a través de una vaporización o ablación directa del material, por tanto, anulando o haciendo irrelevante la fusión del material.

35 Otros documentos constatan que, cuando un láser es utilizado con una sección adecuada de rayo láser y parámetros de proceso, la zona afectada por el calor es estrecha y la capa resolidificada es de dimensiones de micrón. Varios ensayos han mostrado que la zona afectada por el calor es de unas dimensiones tan pequeñas que no afecta de forma negativa las características mecánicas globales o el rendimiento del disco para el rango de aplicaciones comerciales típicas de un dispositivo de disco de seguridad.

40 Sin embargo, no siempre es permisible (en términos de rendimiento del disco de seguridad) tener una capa resolidificada de dimensiones de micrón próxima al corte no pasante.

45 Todas las técnicas mencionadas anteriormente describen discos de seguridad que tienen incisiones no pasantes que tienen una anchura mayor de 600 micrones.

50 Este valor, en el caso de discos de seguridad que tienen un espesor extremadamente pequeño en el rango de 15-20 μm , pueden ser en proporción bastante grandes, evitando la posibilidad de obtener discos de seguridad fiables con dichos espesores delgados. Por lo tanto, un límite inferior al espesor de los discos de seguridad que se pueden utilizar es impuesto por encima de todo por las dimensiones de los cortes no pasantes que se pueden lograr.

Además, una característica fundamental que deben tener los discos de seguridad es un alto grado de repetibilidad.

55 En otras palabras, los discos de seguridad que tienen características predeterminadas en términos de espesor, tipo de material y dimensiones de los cortes no pasantes y que están hechos de acuerdo con métodos precisos deben todos ellos fallar siempre al mismo límite de presión predeterminado, con un margen de error que, de acuerdo con las normas de seguridad internacionales, está típicamente entre \pm un 5%.

60 Los discos en fallo que tienen un margen de error reducido además podrían ser favorables ya que podrían ser incluso más precisos y fiables.

65 En este contexto, el objetivo de la invención es proporcionar un disco de seguridad sin los inconvenientes mencionados anteriormente.

De forma más específica, el objetivo de esta invención es proporcionar un disco de seguridad con un umbral de fallo predeterminado que es extremadamente fiable, preciso y con un alto nivel de repetibilidad, que tiene un margen de error menor que el establecido por las normas de seguridad internacionales.

5 Además, el objetivo de esta invención es proporcionar un disco de seguridad con un umbral de fallo predeterminado que tiene cortes no pasantes con dimensiones muy pequeñas tanto en profundidad como en anchura, de tal manera que sea capaz de utilizar espesores extremadamente pequeños de material en el rango de 15-20 μm .

10 Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un disco de seguridad con un umbral de fallo predeterminado que tenga una capa resolidificada insignificante próxima al corte no pasante, de tal manera que no altere de ninguna manera la estructura cristalina del material próximo a las incisiones.

15 El propósito técnico indicado y los objetivos especificados se logran sustancialmente por medio de un disco de seguridad con un umbral de fallo predeterminado tal y como se reivindica en una o más de las reivindicaciones adjuntas.

20 Características y ventajas adicionales de la invención son más evidentes en la descripción detallada posterior, con referencia a un modo de realización preferido no limitativo y disco de seguridad tal y como se ilustra en los dibujos adjuntos, en los cuales:

- La figura 1 es una vista en perspectiva de un disco seguridad de acuerdo con esta invención;
- La figura 2 es una vista en sección transversal del disco de la figura 1 a lo largo de la línea II-II;
- La figura 3 es una vista efectiva del segundo modo de realización de un disco de seguridad de acuerdo con esta invención;
- 25 - Las figuras 4 a 6 muestran zonas aumentadas de tres secciones transversales diferentes de cortes no pasantes realizados sobre el disco de seguridad de acuerdo con esta invención, de acuerdo con tres combinaciones diferentes de parámetros de anchura y profundidad de corte.

30 Con referencia a los dibujos adjuntos, un disco de seguridad de acuerdo con la invención es marcado por el número 1.

35 El disco 1 de seguridad es montado en sistemas neumáticos o magnéticos a lo largo de conductos de seguridad. De forma más específica, el disco 1 de seguridad cierra completamente la abertura del conducto en el cual se aplica y se comprime una primera superficie 1a y una segunda superficie 1b. El fluido bajo presión actúa sobre una superficie y la presión ambiente externa actúa sobre la otra superficie.

40 En el fluido que actúa en la primera superficie que tiene una presión mayor que un valor umbral, el disco 1 de seguridad se abre, rasgándose el mismo de tal manera que permite el tránsito de fluido en el conducto de seguridad y permite la descarga de un exceso de presión dentro de un entorno en el exterior o, en el caso de condiciones de protección al vacío, permite la entrada dentro del sistema de fluido desde el exterior del sistema.

45 El disco 1 de seguridad es un elemento 3 de lámina, es decir, un elemento que tiene un espesor muy pequeño con respecto a sus otras dos dimensiones, en al menos una superficie en la cual hay al menos un corte 2 punteado o no pasante.

De acuerdo con el modo de realización de la figura 1, el elemento 3 de lámina es un disco plano que puede tener diferentes formas de acuerdo con la forma del conducto en el cual debe ser aplicado.

50 De acuerdo con otro modo de realización mostrado en la figura 3, el elemento 3 de lámina es un elemento con forma de cúpula que pueden tener diferentes formas de acuerdo con la forma del conducto en el cual debe ser aplicado. El disco de seguridad con forma de cúpula puede ser diseñado para el uso a una presión específica cuando la presión es aplicada en el lado cóncavo (disco de actuación directa o fallo de tensión) o puede ser diseñado para usarse a una presión específica cuando la presión es aplicada en el lado convexo (disco de fallo de compresión). Este tipo de disco de seguridad es conocido como "tipo inverso", ya que el proceso de fallo comienza con el vuelco de la porción convexa. El disco de seguridad del tipo inverso se adapta particularmente para el uso cuando la presión de actuación varía de una manera cíclica debido a que las tensiones cíclicas no dan lugar a modificaciones en la estructura metalúrgica cristalina debido a la fatiga.

60 El disco 1 de seguridad comprende al menos una incisión o corte 2 no pasante punteada formada en una superficie 1a a lo largo de la línea de trabajo.

65 En los modos de realización descritos, el disco 1 de seguridad comprende dos, cuatro o seis cortes 2 punteados o no pasantes de forma rectilínea dispuestos en una configuración axialmente simétrica. Sin embargo, el número forma y disposición de los punteados puede variar dependiendo de los requisitos de funcionamiento.

Puede haber, por ejemplo, un solo corte no pasante que puede ser radialmente rectilíneo, tal y como se muestra en la figura 3, o circular, tal y como se muestra en la figura 1.

5 Además, los cortes 2 no pasantes pueden realizarse sólo en una superficie, por ejemplo, en el lado cóncavo o en el lado convexo, o en ambos lados.

El disco 1 está hecho preferiblemente de un material metálico, tal como acero inoxidable, níquel, aluminio u otros metales tales como titanio o tántalo o aleaciones metálicas especiales.

10 De forma alternativa, el disco 1 puede estar hecho de grafito, un material plástico, materiales cerámicos de vidrio.

De acuerdo con esta invención, los cortes 2 punteados o no pasantes mencionados anteriormente son obtenidos mediante un láser pulsado que actúa directamente sobre la superficie del elemento 3 de lámina.

15 En particular, los punteados son obtenidos mediante la retirada de material a través de ablación. El proceso de ablación es obtenido aumentando la temperatura del material por encima del punto de fusión del material a una velocidad muy rápida con el fin de vaporizar directamente y por tanto retirar el material sin fundir u oxidar el área circundante. Claramente, dicho proceso es un proceso ideal, en particular las áreas que rodean el material retirado son realmente fundidas y oxidadas hasta cierto punto.

20 Los cortes no pasantes de discos de seguridad deberían obtenerse reduciendo tanto como sea posible el área fundida y oxidada en las regiones circundantes a los punteados.

25 Tal y como se mencionó anteriormente algunas publicaciones constatan que es prácticamente imposible obtener cortes no pasantes en discos de seguridad que utilizan un mecanizado láser directamente sobre la superficie del disco.

30 Otros autores han descubierto y clarificado que las capacidades y limitaciones de mecanizado láser son dependientes de los procesos físicos que ocurren en la interacción del rayo láser con el material. De acuerdo con estos autores, cuando se utiliza un punteado láser la zona afectada por el calor es estrecha y la capa resolidificada es de dimensiones de micrón; la profundidad de punteado para cada pasada láser está entre 6 μm y 168 μm . Este resultado parece ser el mejor que se puede obtener.

35 Utilizando una técnica láser, el solicitante ha obtenido discos que tienen incisiones o cortes no pasantes que son extremadamente precisos, considerablemente limitados y significativamente mejores en términos de características químico-físicas y estructurales. El solicitante también ha obtenido incisiones no pasantes que tienen una anchura L menor de 200 μm y/o una relación entre la anchura L y la profundidad H menor de 2. Además, se ha observado que el ángulo α de incisión es menor de 90°.

40 El disco 1 de seguridad comprende un elemento 3 de lámina que tiene un espesor s de al menos 10 μm . El límite superior del espesor s es puramente indicativo y relacionado por encima de todo con el uso que debe tener el disco de seguridad y la presión de funcionamiento la cual debe soportar. En el caso específico, los discos de seguridad tienen un espesor máximo en el rango de 1-2 mm.

45 De forma preferible, el disco 1 de seguridad tiene un espesor s entre 15 μm y 800 μm .

De forma preferible, el elemento 3 de lámina está hecho de un material metálico, tal como, por ejemplo, acero inoxidable, aluminio o aleaciones especiales de cualquier tipo.

50 El solicitante ha sido capaz de forma sorprendente de obtener discos de seguridad que tienen cortes 2 no pasantes que tienen una anchura L menor que o igual a 200 μm .

De forma más específica, la anchura L es preferiblemente de entre 30 μm y 200 μm .

55 El límite inferior es sustancialmente un límite físico intrínseco que depende del aparato utilizado para producir las incisiones. En el caso, por ejemplo, de aparatos que utilizan rayos láser, este límite se dispone dentro del enfoque del rayo láser.

60 Sin embargo, el logro de cortes 2 no pasantes que tienen anchuras de incluso menor de 30 μm no está excluido.

Utilizando varios ensayos experimentales, el solicitante también ha sido capaz de forma sorprendente de obtener cortes 2 no pasantes que tienen una relación (L/H) entre anchura L y profundidad H menor que o igual a 2.

65 En otras palabras, se ha observado que con la profundidad H entre 15 μm y 500 μm todavía se obtiene una relación L/H menor de 2.

De forma más específica, con una profundidad H menor que o igual a 400 μm se mantiene una anchura L del corte no pasante menor que o igual a 200 μm .

También es posible tener una profundidad H mayor, sin embargo, la anchura L del corte podría aumentar.

5 El valor H de profundidad máxima mencionada anteriormente es realmente sólo un ejemplo, dado que el valor H de profundidad está limitado por encima de todo por las limitaciones estructurales impuestas por el espesor del disco y por el grado de resistencia que se va lograr con el disco.

10 Sin embargo, con respecto al límite de profundidad H inferior, un valor demasiado bajo, próximo a cero, no es significativo ya que podría no tener ningún propósito técnico: con el fin de hacer un disco de seguridad, se debe hacer necesariamente una incisión y retirar el material para crear una línea de debilitación.

15 Las figuras 4 a 6 muestran aumentos de tres secciones transversales diferentes de cortes 2 no pasantes obtenidos contingentes combinaciones de anchura y profundidad de corte.

Una unidad de referencia U igual a 10 μm es mostrada a lo largo de cada dibujo.

20 De forma más específica, la figura 3 muestra la sección transversal de un corte que tiene una anchura L de aproximadamente 140 μm y una profundidad H de aproximadamente 250 μm , aumentada aproximadamente 300 veces con respecto a las medidas reales.

25 La figura 4 muestra la sección transversal de un corte que tiene una anchura L de aproximadamente 100 μm y una profundidad H de aproximadamente 150 μm , aumentada aproximadamente 500 veces con respecto a las medidas reales.

30 La figura 5 muestra la sección transversal de un borde que tiene una anchura L de aproximadamente 40 μm y una profundidad H de aproximadamente 42 μm , aumentada aproximadamente 500 veces con respecto a las medidas reales.

En los tres casos, se puede apreciar la forma triangular del perfil en sección transversal del corte, incluso aunque, dependiendo de la intensidad del láser o del número de pasadas, el perfil en sección transversal del corte 2 no pasante también pueda ser trapezoidal, redondeado, con forma de corona u otra forma.

35 En cualquier caso, el ángulo α medio de penetración de los cortes 2 no pasantes es agudo y menor de 90° para cualquier profundidad H mayor de 30 μm , en particular para una profundidad H mayor de 50 μm .

Una incisión con un ángulo agudo permite a la fuerza concentrarse en un área muy precisa y limitada, por lo tanto, garantizando una precisión y una efectividad mayor del disco.

40 Otro aspecto de particular importancia es que la anchura H del corte 2 no pasante está preferiblemente entre un 20% y un 90% del espesor total del elemento de lámina que define el disco 1.

45 De forma más específica, utilizando el láser de femtosegundo es posible utilizar elementos 3 de lámina con un espesor extremadamente pequeño, incluso en el rango de 15 μm -20 μm , siendo capaz de hacer cortes no pasantes en superficies y sin una alteración significativa del material residual.

50 Los parámetros dimensionales y el número de cortes 2 no pasantes hechos en un disco de seguridad se seleccionan basándose en la presión de fallo que debe soportar el disco y el tamaño y el espesor del disco; en otras palabras, el disco de seguridad debe ser calibrado.

55 En el campo de aplicación/funcionamiento de invención, el término "calibrar" significa la calibración de las características dimensionales (por ejemplo, forma, espesor, profundidad y tipo de cortes y así sucesivamente) de un disco de seguridad de tal manera que se reduce el espesor del material mediante ablación, preferiblemente con un rayo láser, de manera que se deja en un área predeterminada, de forma ventajosa lo largo de una o más líneas con una geometría deseada, una capa de material original con características sin alterar que tiene un espesor reducido.

60 Esto proporciona una presión de fallo correspondiente exactamente a la presión deseada, mejorando al mismo tiempo las características de fallo del disco y de tal manera que crea líneas de fallo predeterminadas activadas por una presión predeterminada (o, de forma más precisa, predeterminadas durante el diseño del disco de seguridad).

65 Una ventaja importante y sorprendente encontrada en el disco de seguridad descrito y de acuerdo con esta invención, caracterizado por incisiones con una relación entre la anchura L y la profundidad H menor de 2 producidos utilizando el láser de femtosegundo, es el nivel extremadamente alto de repetibilidad del mecanizado en una serie de discos.

ES 2 736 967 T3

Esta característica es fundamental para los discos de seguridad ya que debe garantizarse la presión de fallo para ser la misma y siempre igual para cualquier disco que tenga características predeterminadas en términos de dimensiones, material y estructura del corte.

5 El solicitante ha realizado cinco ensayos experimentales utilizando discos de seguridad de acero inoxidable, con forma convexa o de cúpula, con un diámetro nominal de 50 mm y un espesor de 200 µm, en los cuales se han realizado seis incisiones con la misma anchura y profundidad en la parte exterior (es por lo tanto un disco de actuación directa que trabaja en tensión).

10 Los ensayos experimentales han dado un valor de presión de fallo casi constante, con desviaciones estándar de un 0,5% con respecto al valor de presión medio, en comparación con el error típico permitido por las normas de seguridad internacionales de un 5%.

El nivel de repetibilidad obtenido para estos discos es sin duda excepcional.

15 De acuerdo a lo que se ha constatado previamente, el disco de seguridad de acuerdo con esta invención permite obtener ventajas que no están presentes en la técnica anterior.

20 Los discos obtenidos utilizando la técnica de láser de femtosegundo tienen incisiones o cortes no pasantes que son extremadamente precisos, que tienen dimensiones pequeñas y por encima de todo sin un deshecho de mecanizado en el interior, que tienen un perfil limpio y bien definido.

25 De esta manera, las características mecánicas y químico-físicas del disco de seguridad, incluso en las líneas sujetas a mecanizado, no se modifican de forma significativa, de hecho, permanecen prácticamente inalteradas, por tanto garantizando una mayor seguridad del disco.

30 Es por lo tanto posible obtener discos de seguridad con niveles de comportamiento extremadamente altos, con respecto a la precisión del punto de fallo, y por lo tanto el alto nivel de repetibilidad del mecanizado de una serie de discos, y con respecto a la duración a lo largo del tiempo en las condiciones de funcionamiento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un disco de seguridad que comprende un elemento (3) de lámina que tiene un espesor(s) de entre 15 μm y 1 milímetro y al menos un corte (2) no pasante caracterizado porque el borde (2) no pasante, realizado con un láser de femtosegundo tiene una anchura (L) menor que o igual a 200 μm y una relación entre la anchura (L) y la profundidad (H) menor que o igual a 2.
- 10 2. El disco de seguridad de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el borde (2) no pasante tiene una anchura (L) de entre 30 μm y 200 μm .
3. El disco de seguridad de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el borde (2) no pasante tiene un ángulo (α) de penetración agudo menor que o igual a 90°.
- 15 4. El disco de seguridad de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el corte (2) no pasante tiene una profundidad (H) de entre un 20% y un 90% del espesor(s) del elemento (3) de lámina.
5. El disco de seguridad de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el elemento (3) de lámina es plano.
- 20 6. El disco de seguridad de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el elemento (3) de lámina tiene forma de cúpula.
7. El disco de seguridad de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque tiene al menos un corte (2) pasante en el lado cóncavo o en el lado convexo o en ambos lados.
- 25 8. Método para obtener discos de seguridad que tienen un alto nivel de repetibilidad que comprende las etapas de proporcionar un elemento (3) de lámina de entre 15 μm y 1 mm, caracterizado en las etapas de realizar con un láser de femtosegundo al menos un corte (2) no pasante que tiene una anchura (L) menor que o igual a 200 μm y una relación entre la anchura (L) y la profundidad (H) menor que o igual a 2.
- 30 9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por realizar el corte (2) no pasante con un ángulo (α) de penetración agudo de láser de femtosegundo menor que o igual a 90°.
- 35 10. Método de acuerdo con las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado por realizar el corte (2) no pasante con una anchura (L) de entre 30 μm y 200 μm .
11. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por realizar el corte (2) no pasante que tiene una profundidad (H) de entre un 20% y un 90% del espesor(s) del elemento (3) de lámina.
- 40 12. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado por realizar al menos un corte (2) no pasante en el lado cóncavo o en el lado convexo o en ambos lados.

Fig.1

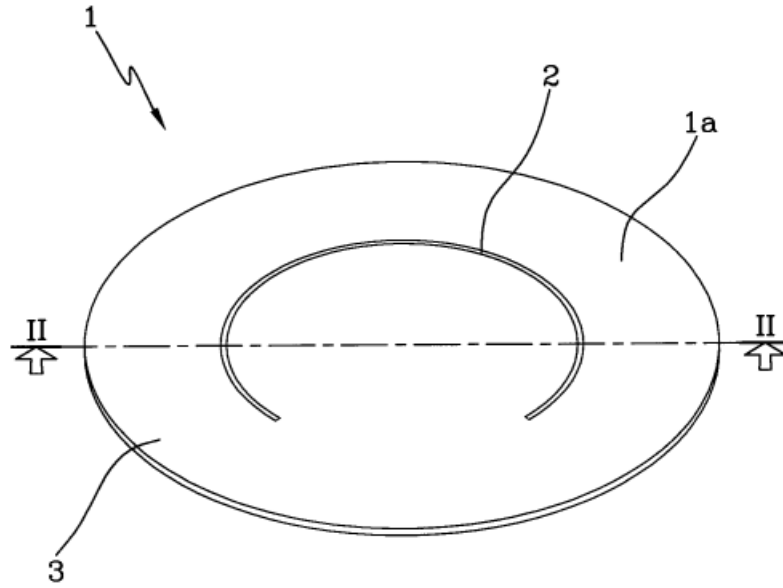
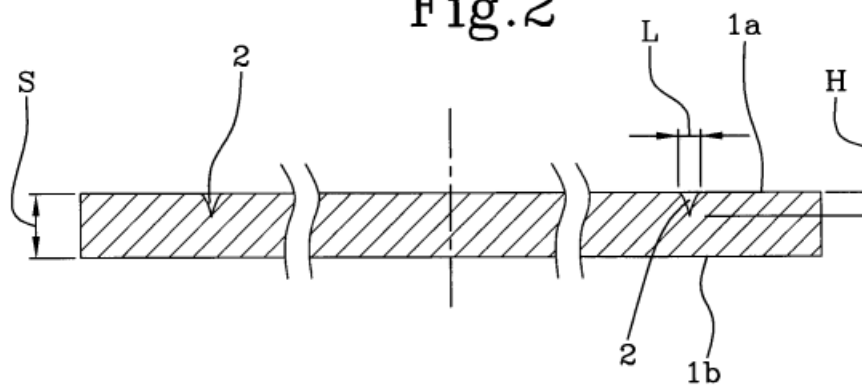


Fig.2



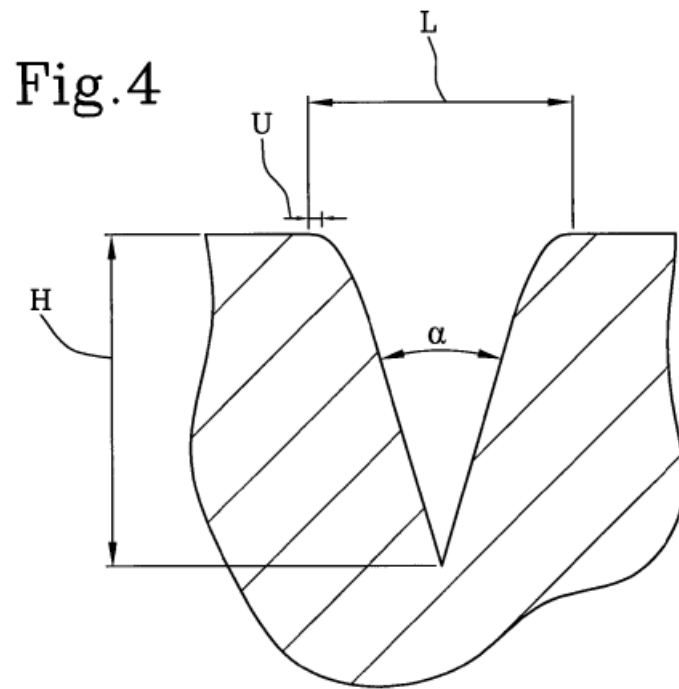
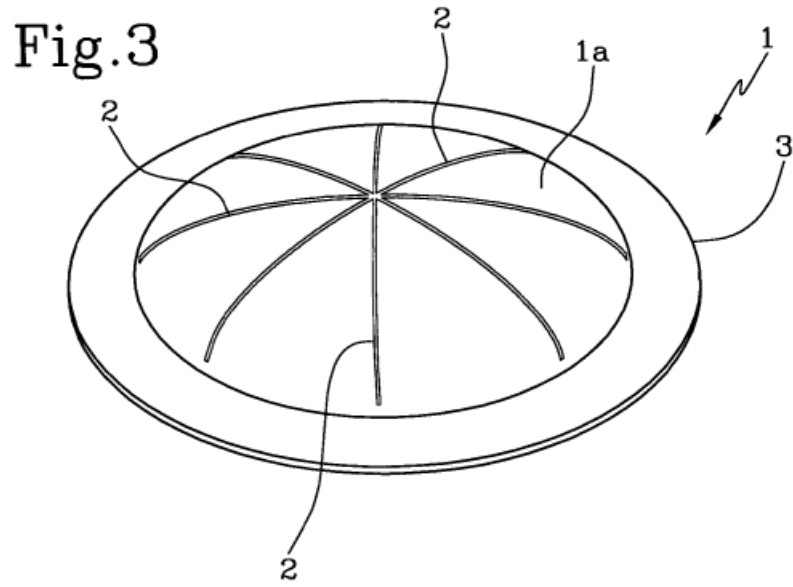


Fig.5

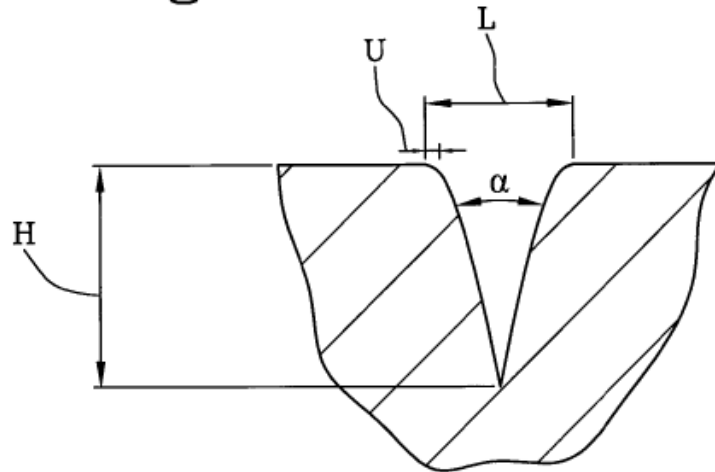


Fig.6

