

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 959 950**

51 Int. Cl.:

B21D 28/34 (2006.01)
B21D 28/16 (2006.01)
B21D 28/26 (2006.01)
B21D 55/00 (2006.01)
B26D 5/00 (2006.01)
G01B 11/24 (2006.01)
G01B 11/28 (2006.01)
G01N 21/956 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.06.2018** **PCT/EP2018/065683**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.01.2019** **WO19015887**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2018** **E 18732709 (3)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2023** **EP 3655175**

54 Título: **Procedimiento de funcionamiento de un equipo de mecanizado con punzón móvil**

30 Prioridad:

18.07.2017 DE 102017212253

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.02.2024

73 Titular/es:

DONHAUSER, CHRISTIAN (100.0%)
Elsässerstr. 27
87487 Wiggensbach, DE

72 Inventor/es:

LORENZ, MAXIMILIAN;
MENZL, MATTHIAS;
LAYH, MICHAEL;
DONHAUSER, CHRISTIAN y
PINZER, BERND

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 959 950 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

Procedimiento de funcionamiento de un equipo de mecanizado con punzón móvil

La invención se refiere a un procedimiento para operar un equipo de mecanizado con punzón móvil. El punzón se utiliza para separar una pieza de trabajo, en particular mediante punzonado o brochado por punzonado.

5 El equipo de mecanizado aquí contemplado comprende al menos una máquina de mecanizado con punzón móvil para la separación, preferiblemente punzonado o brochado por punzonado, de una pieza de trabajo. La máquina de mecanizado separa, por ejemplo, una chapa en al menos una tira punzonada y al menos una pieza punzonada. En el estado de la técnica, la tira punzonada o la pieza punzonada se extrae del equipo de mecanizado para evaluar la calidad de la superficie de corte obtenida. De este modo, el examen de la superficie de corte se lleva a cabo fuera del
10 equipo de mecanizado y no durante el funcionamiento del equipo de mecanizado. Lo mismo ocurre para la evaluación de la calidad del borde de corte del punzón. En el estado de la técnica, el punzón también se saca de la máquina de mecanizado para su examen.

El documento EP 1 970 667 A1 muestra un procedimiento y un dispositivo para comprobar la calidad del resultado del mecanizado de una chapa en forma de orificio en la pieza de trabajo. Por ejemplo, en este caso se utiliza un haz de
15 luz para detectar el orificio en la pieza de trabajo.

En el documento JP H05 79991 A se muestra un procedimiento para detectar el desgaste de una herramienta.

Un objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento para operar un equipo de mecanizado que permita producir componentes de alta calidad de manera eficiente con el equipo de mecanizado.

20 Este objetivo se resuelve con las características de las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes describen realizaciones ventajosas de la invención.

Así, el objetivo se resuelve mediante un procedimiento para operar un equipo de mecanizado con una primera máquina de mecanizado. La primera máquina de mecanizado comprende al menos un punzón móvil para la separación, preferiblemente punzonado o brochado por punzonado, de una pieza de trabajo. El "equipo de mecanizado" comprende al menos la primera máquina de mecanizado aquí descrita, pero también puede comprender otras
25 máquinas de mecanizado, por ejemplo para curvado, roscado, conformado de roscas, fresado, perforado y/o torneado, y/u otros elementos, por ejemplo, para transportar la pieza de trabajo dentro del equipo de mecanizado.

En el presente documento, el término "pieza de trabajo" se utiliza como término genérico para el material de partida (por ejemplo, chapa), la tira punzonada y la pieza punzonada. La pieza de trabajo se separa con el al menos un punzón de la primera máquina de mecanizado. Si el punzón está diseñado para el punzonado, la separación de la pieza de
30 trabajo resulta en tiras punzonadas y piezas punzonadas.

Sin embargo, en el marco de la presente invención, el procedimiento de separación con un punzón también engloba el brochado por punzonado. En el brochado por punzonado, tras el punzonado, la superficie de corte se mecaniza con un punzón con el borde de corte correspondiente. Si el punzón está diseñado para el brochado por punzonado, la "separación" resulta en virutas y tiras punzonadas o piezas punzonadas. El borde de corte para el brochado por
35 punzonado puede estar en el mismo punzón que se utiliza para el punzonado. Además, es posible utilizar un punzón independiente para el brochado por punzonado. Para el brochado por punzonado se utilizan las mismas máquinas de mecanizado o máquinas de mecanizado similares que para el punzonado. El documento DE 199 48 857 A1 muestra un dispositivo ejemplar para el brochado por punzonado.

En el marco del procedimiento según la invención, se utiliza al menos una unidad de detección para la detección sin contacto del contorno de la superficie de corte en la pieza de trabajo. Se trata del contorno creado por el punzón en la
40 pieza de trabajo. La superficie de corte se encuentra en la tira punzonada o en la pieza punzonada. El contorno de la superficie de corte se detecta preferiblemente mediante un procedimiento óptico. Los posibles procedimientos ópticos para detectar el contorno se describirán en detalle más adelante.

Según la invención, se prevé que la detección tenga lugar "en línea" en el equipo de mecanizado. De este modo, la
45 superficie de corte se detecta sin retirar la pieza de trabajo (tira punzonada o pieza punzonada) con la superficie de corte que se desea detectar del equipo de mecanizado.

En una configuración sencilla, el "equipo de mecanizado" comprende únicamente la primera máquina de mecanizado, en particular con un dispositivo de transporte para alimentar la pieza de trabajo en la máquina de mecanizado y para extraer la pieza de trabajo (tira punzonada y/o pieza punzonada) de la máquina de mecanizado. Asimismo, el equipo
50 de mecanizado puede comprender otras máquinas de mecanizado posteriores. Lo fundamental es que, dentro del "equipo de mecanizado" aquí definido, la tira punzonada y la pieza punzonada se desplazan de forma ordenada y sincronizada con el punzón. Siempre que estos elementos estén presentes en orden y se desplacen de forma sincronizada o descansen entre dos movimientos sincronizados, por definición, se encontrarán dentro del "equipo de mecanizado". El momento en que la tira punzonada o la pieza punzonada abandonan la secuencia sincronizada y/o
55 entran, por ejemplo, en un sistema de suministro de material a granel, abandonan el "equipo de mecanizado". La

detección del contorno de la superficie de corte según la invención tiene lugar dentro del "equipo de mecanizado" aquí definido y, por tanto, en línea en el proceso de producción.

También se pueden utilizar varias unidades de detección para detectar la superficie de corte tanto en la tira punzonada como en la pieza punzonada. Además, también se prevé la detección de la superficie de corte en la tira punzonada con varias unidades de detección. Asimismo, también es posible detectar la superficie de corte en la pieza punzonada con varias unidades de detección.

Tras la detección del contorno de la superficie de corte, se lleva a cabo una evaluación de la calidad de la superficie de corte en función de los datos registrados por la unidad de detección. La calidad determinada para la superficie de corte permite extraer diferentes conclusiones: por ejemplo, la superficie de corte se puede utilizar para evaluar la calidad de las piezas producidas, optando, por ejemplo, por el rechazo de piezas individuales. Además, se prevé inferir la calidad del borde de corte del punzón a partir de la superficie de corte. Esto permite determinar el desgaste del borde de corte. Asimismo, también se puede modificar la configuración del equipo de mecanizado o de la máquina de mecanizado en función de la calidad de la superficie de corte: por ejemplo, se puede cambiar el ciclo de la máquina de mecanizado. La medición en línea según la invención permite determinar la calidad de la superficie de corte durante la producción con el equipo de mecanizado, sacar las conclusiones descritas y tomar las medidas pertinentes en línea.

Con especial preferencia, se prevé evaluar los datos registrados por la al menos una unidad de detección en un ordenador. Con especial preferencia, el equipo de mecanizado, en particular la primera máquina de mecanizado, se controla desde el ordenador y en base a la calidad determinada para la superficie de corte.

Preferiblemente, se prevé que la unidad de detección detecte el contorno de la superficie de corte al mismo tiempo que el movimiento del punzón que realiza la separación. Por ejemplo, la unidad de detección realiza la detección mientras la pieza de trabajo se desplaza y/o entre dos movimientos sincronizados. Por ejemplo, el punzón de la primera máquina de mecanizado se mueve a una velocidad de 50 por minuto o superior. Con especial preferencia, la unidad de detección detecta el contorno al menos cada 100 ciclos, preferiblemente al menos cada 50 ciclos, con especial preferencia al menos cada 10 ciclos, aún más preferiblemente al menos cada ciclo.

Para la detección de la superficie de corte en la tira punzonada, se prevé en particular lo siguiente: la pieza de trabajo se transporta a través de la primera máquina de mecanizado en el equipo de mecanizado con un dispositivo de transporte. Después de la primera máquina de mecanizado, la tira punzonada se transporta a una máquina de mecanizado posterior o a un final del equipo de mecanizado. La unidad de detección detecta el contorno de la superficie de corte mientras la tira punzonada se desplaza con ayuda del dispositivo de transporte y/o descansa sobre el dispositivo de transporte entre dos movimientos sincronizados. Por lo tanto, la tira punzonada no se retira del dispositivo de transporte para llevar a cabo la detección de la superficie de corte.

En principio, la al menos una unidad de detección puede disponerse fija o móvil dentro del equipo de mecanizado. Si la unidad de detección es fija, para la detección de la superficie de corte preferiblemente la pieza de trabajo pasa junto a la unidad de detección. Si la unidad de detección es móvil, para la detección de la superficie de corte la pieza de trabajo puede permanecer quieta o también desplazarse.

De acuerdo con una configuración, se prevé que la unidad de detección se mueva para detectar la superficie de corte. En particular, este movimiento es paralelo al eje de la superficie de corte y/o en ángulo con respecto al eje de la superficie de corte y/o rotativo. El eje de la superficie de corte transcurre en paralelo a la dirección de movimiento del punzón, pero con respecto a la pieza de trabajo.

Con especial preferencia, la unidad de detección móvil se desplaza hasta la altura de la superficie de corte, de forma que pueda medir en perpendicular al eje de la superficie de corte o en perpendicular a la superficie de corte. Particularmente, la unidad de detección puede desplazarse a lo largo de la altura de la superficie de corte y, dado el caso, más allá de la misma.

Para ello, con especial preferencia, la unidad de detección comprende una lanza de detección con una punta de medición óptica en el extremo de la lanza de detección. Con la lanza de detección, la punta de medición y, por tanto, el foco de la unidad de detección óptica, puede desplazarse lo más cerca y/o perpendicularmente posible a la superficie de corte.

Además, preferiblemente se prevé que la primera máquina de mecanizado comprenda un portaherramientas. Este portaherramientas está diseñado para alojar el al menos un punzón. Preferiblemente, el portaherramientas se desplaza hacia arriba y hacia abajo con todos los punzones en él fijados para ejecutar el movimiento de separación. Según una configuración preferida, se prevé que la unidad de detección también vaya dispuesta en el portaherramientas y, por lo tanto, se desplace junto con el portaherramientas. De este modo, la unidad de detección puede situarse lo más cerca posible de las superficies de corte que deben detectarse y puede desplazarse preferiblemente hasta la altura de la superficie de corte gracias al movimiento del portaherramientas.

Además, preferiblemente se prevé que el punzón empuje la pieza punzonada de la pieza de trabajo en una matriz hueca. La unidad de detección está situada en la matriz y puede así detectar el contorno de la superficie de corte mientras la pieza punzonada se encuentra en la matriz hueca. En particular, la pieza punzonada se desplaza a través

de la matriz hueca empujada por el punzón o la pieza punzonada posterior. Este movimiento hace pasar la pieza punzonada junto a la unidad de detección mientras se detecta el contorno de la superficie de corte.

En el marco de la presente invención, no es absolutamente necesario medir la superficie de corte en todo su contorno. Sin embargo, la superficie de corte se detectará preferiblemente en una parte suficiente de la altura de la superficie de corte (definida en paralelo al eje de la superficie de corte). Así, preferiblemente se prevé detectar al menos el 50 %, preferiblemente al menos el 75 %, con especial preferencia el 95 %, de la altura de la superficie de corte con la unidad de detección. Esto permite captar zonas de la superficie de corte decisivas de la superficie de corte y tenerlas en cuenta para la evaluación.

La superficie de corte se compone, a lo largo de su altura o a lo largo del eje de la superficie de corte, en particular, de una zona de ataque del borde, una zona de corte liso, una zona de superficie de rotura y una zona de rebaba de corte. Con especial preferencia, la unidad de detección detecta varias de estas zonas de la superficie de corte, preferiblemente al menos dos o tres de estas zonas de la superficie de corte.

La detección de la superficie de corte en una parte sustancial de su altura se logra con un ángulo de detección correspondientemente grande de la unidad de detección y/o moviendo la unidad de detección y/o moviendo la pieza de trabajo.

A continuación se describen configuraciones ventajosas de la al menos una unidad de detección para detectar el contorno de la superficie de corte en la pieza de trabajo. Dado que pueden utilizarse varias unidades de detección dentro del equipo de mecanizado, los procedimientos de detección óptica aquí descritos también pueden combinarse en el procedimiento según la invención.

En todas las configuraciones de la unidad de detección, puede medirse preferiblemente una vibración en el equipo de mecanizado y/o en la primera máquina de mecanizado y/o en la pieza de trabajo y la vibración medida puede tenerse en cuenta en la evaluación de los datos ópticos registrados.

Medición de distancias cromática confocal:

Preferiblemente, la unidad de detección se utiliza para realizar una medición de distancias cromática confocal hasta la superficie de corte.

La medición de distancias cromática confocal utiliza la dispersión de la luz blanca en una lente de enfoque para determinar la distancia entre una superficie reflectante y el sensor. De este modo, aprovecha la aberración cromática.

Captura y procesamiento digital de imágenes:

Preferiblemente, la unidad de detección se utiliza para la captura de imágenes digitales bidimensionales de la superficie de corte, calculándose el contorno mediante el procesamiento de imágenes, preferiblemente por medio de un algoritmo de detección de bordes.

Preferiblemente, la captura de imágenes bidimensionales se realiza con al menos una cámara y al menos una unidad de iluminación.

Preferiblemente, la unidad de iluminación y la cámara asociada están situadas en lados diferentes de la superficie de corte, con respecto a un plano perpendicular al eje de la superficie de corte.

Alternativamente, la unidad de iluminación y la cámara pueden disponerse en el mismo lado. En concreto, la unidad de iluminación va integrada en el objetivo de la cámara.

Preferiblemente, la cámara está orientada en un ángulo α con respecto a un plano perpendicular al eje de la superficie de corte, siendo el ángulo α como máximo de 60°, preferiblemente como máximo de 50°, con especial preferencia como máximo de 40°.

Preferiblemente, la cámara va dispuesta en el lado de la rebaba de corte de la superficie de corte.

Procedimiento de proyección de franjas de luz:

Preferiblemente, la unidad de detección detecta el contorno utilizando el procedimiento de proyección de franjas de luz.

El procedimiento de proyección de franjas de luz también se conoce como optometría de franjas de luz o escaneo de franjas de luz. El sensor de proyección de franjas comprende un proyector de patrones y al menos una cámara. El proyector de patrones ilumina el objeto que se desea medir secuencialmente en el tiempo con patrones de franjas paralelas claras y oscuras de diferentes anchuras. La cámara o las cámaras registran el patrón de franjas proyectado en un ángulo de visión conocido con respecto a la proyección. La(s) cámara(s) capturan una imagen para cada patrón de proyección. El resultado es una secuencia temporal de diferentes valores de brillo para cada píxel de todas las cámaras.

Procedimiento de corte óptico:

Preferiblemente, la unidad de detección detecta el contorno utilizando el procedimiento de corte óptico.

5 Preferiblemente, la unidad de detección comprende varias unidades de corte óptico, preferiblemente al menos dos o tres, estando equipada cada una de ellas con una fuente de luz y un detector de luz, para detectar, preferiblemente, zonas superpuestas de la superficie de corte.

Preferiblemente, las unidades de corte óptico van dispuestas en diferentes lados de la superficie de corte, con respecto a un plano perpendicular al eje de la superficie de corte.

10 Un sensor de corte óptico comprende una fuente de luz de corte óptico y al menos una cámara. El procedimiento de corte óptico es un procedimiento de metrología óptica tridimensional que permite medir un perfil de altura a lo largo de una línea de luz proyectada. Se basa en el principio de triangulación. La fuente de luz de corte óptico (que suele ser una fuente de luz con un láser) proyecta una línea lo más estrecha y brillante posible sobre el objeto que se va a medir. La al menos una cámara observa la proyección de la línea sobre el objeto. El desplazamiento de la línea en la imagen de la cámara se traduce en coordenadas tridimensionales mediante los métodos de triangulación.

Captura de imagen digital combinada con fuente de corte óptico:

15 Preferiblemente, la unidad de detección comprende una cámara y una fuente de luz de corte óptico, utilizándose la cámara para la captura de imágenes digitales bidimensionales para su posterior procesamiento y como detector de luz de corte óptico con la posterior evaluación de acuerdo con el procedimiento de corte óptico. Preferiblemente, se empleará iluminación para la captura de imágenes bidimensionales.

20 Preferiblemente, los tres ejes ópticos de la cámara, la iluminación y la fuente de luz de corte óptico se encuentran en al menos dos planos no paralelos diferentes.

Equipo de mecanizado para la detección de la superficie de corte:

25 La invención comprende además un equipo de mecanizado. Está especialmente diseñado para llevar a cabo el procedimiento descrito. El equipo de mecanizado comprende la primera máquina de mecanizado descrita con al menos un punzón móvil para la separación, preferiblemente punzonado o brochado por punzonado, de la pieza de trabajo. Además, el equipo de mecanizado comprende al menos una de las unidades de detección, diseñada para la detección sin contacto, en particular óptica, de un contorno de la superficie de corte. La unidad de detección está dispuesta para detectar el contorno de la superficie de corte en línea en el equipo de mecanizado.

30 En particular, el diseño de la máquina de mecanizado, así como la definición del equipo de mecanizado, ya se han descrito detalladamente con relación al procedimiento. Las configuraciones y reivindicaciones secundarias ventajosas descritas en el marco del procedimiento según la invención encuentran una aplicación ventajosa correspondiente en el equipo de mecanizado según la invención.

En particular, se prevé que el equipo de mecanizado esté diseñado de tal manera que la pieza de trabajo pueda moverse con un dispositivo de transporte en el equipo de mecanizado durante la detección con la unidad de detección.

35 Se prefiere además que el equipo de mecanizado comprenda una matriz hueca opuesta al punzón, yendo la unidad de detección dispuesta en la matriz hueca.

Además, preferiblemente se prevé que la unidad de detección vaya dispuesta de forma móvil en el equipo de mecanizado para detectar la superficie de corte. En particular, para este fin la unidad de detección va conectada al menos con un actuador que mueve la unidad de detección.

40 La primera máquina de mecanizado del equipo de mecanizado comprende preferiblemente un portaherramientas para alojar el al menos un punzón. La unidad de detección va fijada preferiblemente al portaherramientas.

Procedimiento y máquina de mecanizado para detectar una superficie activa de un punzón:

También se muestra un procedimiento para operar la máquina de mecanizado, por el cual la superficie activa del punzón se detecta en línea, es decir, durante la producción con la máquina de mecanizado.

45 Como ya se ha descrito, la máquina de mecanizado comprende un punzón móvil. En el "procedimiento o máquina de mecanizado para detectar la superficie activa de un punzón", el punzón puede utilizarse para separar y/o conformar una pieza de trabajo. Se trata preferiblemente de un punzón para punzonado, punzón para brochado por punzonado, punzón doblador o punzón de acuñado. La "superficie activa" entra en contacto con la pieza de trabajo durante el mecanizado. Por ejemplo, la "superficie activa" es un borde de corte en el punzón para punzonado o en el punzón para brochado por punzonado o un borde de conformado, posiblemente con un radio correspondiente, en el punzón de doblado o el punzón de acuñado.

La máquina de mecanizado tiene instalada al menos una unidad de detección. Con la unidad de detección, la superficie

activa, en particular un contorno de la superficie activa, del punzón puede detectarse sin necesidad de retirar el punzón de la máquina de mecanizado.

La evaluación de la calidad de la superficie activa se basa en los datos recogidos por la unidad de detección. Al igual que a partir de la calidad de la superficie de corte, también pueden extraerse las conclusiones descritas anteriormente en función de la calidad de la superficie activa. Esto permite evaluar la calidad de las piezas producidas, valorar el desgaste de la superficie activa y, en caso necesario, controlar la máquina de mecanizado como corresponda.

Una vez detectado el contorno de la superficie activa, se evalúa su calidad en base a los datos registrados por la unidad de detección. Se pueden extraer diferentes conclusiones en función de la calidad determinada para la superficie activa: por ejemplo, es posible evaluar la calidad de las piezas producidas en función de la superficie activa, lo que estriba, por ejemplo, en el rechazo de piezas individuales. Además, se prevé determinar la calidad de la superficie activa del punzón en base a la superficie activa. Esto permite calcular el desgaste de la superficie activa. Además, la máquina de mecanizado puede controlarse de forma diferente en función de la calidad de la superficie activa: por ejemplo, se puede cambiar el ciclo de la máquina de mecanizado. La medición en línea según la invención permite determinar la calidad de la superficie activa durante la producción con la máquina de mecanizado, sacar las conclusiones descritas y tomar las medidas adecuadas en línea.

Con especial preferencia, se prevé evaluar los datos registrados por la al menos una unidad de detección en un ordenador. Con especial preferencia, la máquina de mecanizado es controlada por el ordenador en base a la calidad determinada para la superficie activa.

Preferiblemente, se prevé que la unidad de detección detecte el contorno de la superficie activa al mismo tiempo que se desplaza el punzón para efectuar la separación o el conformado. Así, la unidad de detección lleva a cabo la detección mientras el punzón se mueve al mismo tiempo y/o entre dos movimientos sincronizados. Por ejemplo, el punzón de la máquina de mecanizado se mueve a una velocidad de 50 por minuto o más. Con especial preferencia, la unidad de detección detecta el contorno al menos cada 100 ciclos, preferiblemente al menos cada 50 ciclos, con especial preferencia al menos cada 10 ciclos, aún más preferiblemente al menos cada ciclo. Además, la máquina de mecanizado puede comprender al menos una unidad de detección para detectar la superficie de corte en la pieza de trabajo, como ya se ha descrito en detalle.

La superficie activa del punzón se puede detectar sin contacto con los métodos ópticos ya descritos.

Con especial preferencia, se prevé instalar en el portaherramientas la unidad de detección para detectar la superficie activa. Dentro del portaherramientas se da preferiblemente un movimiento relativo entre la superficie activa que se debe detectar y la unidad de detección, de modo que la superficie activa pueda detectarse en una parte sustancial de su altura.

Asimismo, también se describe una máquina de mecanizado que está diseñada en particular para llevar a cabo el procedimiento de detección de la superficie activa. Para ello, la máquina de mecanizado comprende al menos un punzón móvil para separar y/o conformar la pieza de trabajo y al menos una unidad de detección dispuesta sobre la máquina de mecanizado. La unidad de detección está diseñada para detectar la superficie activa del punzón sin contacto. Además, la unidad de detección está dispuesta de tal manera que la detección puede tener lugar durante la producción con la máquina de mecanizado.

De la siguiente descripción de ejemplos de realización con referencia al dibujo se desprenden otras particularidades, ventajas y características de la presente invención. Se muestra en la:

- Figura 1 una vista esquemática de un equipo de mecanizado según la invención para llevar a cabo el procedimiento según la invención para detectar la superficie de corte,
- Figura 2 una superficie de corte,
- Figura 3 una tira punzonada y una unidad de detección de acuerdo con el procedimiento según la invención,
- Figura 4 una evaluación esquemática de la calidad de la superficie de corte de acuerdo con el procedimiento según la invención,
- Figura 5 una representación esquemática para la detección óptica de acuerdo con el procedimiento según la invención,
- Figura 6 otra representación esquemática para la detección óptica de acuerdo con el procedimiento según la invención,
- Figura 7 una evaluación esquemática para la detección óptica según la Figura 6,
- Figura 8 otra representación esquemática para la detección óptica de acuerdo con el procedimiento según la invención, y

Figura 9 una representación esquemática detallada de una máquina de mecanizado para llevar a cabo el procedimiento de detección de la superficie activa.

La Figura 1 muestra una vista esquemática de un equipo 1 de mecanizado para llevar a cabo el procedimiento según la invención.

- 5 El equipo 1 de mecanizado comprende una primera máquina 2 de mecanizado y una máquina 3 de mecanizado posterior. La primera máquina 2 de mecanizado está diseñada como una máquina punzonadora. La máquina 3 de mecanizado posterior está diseñada como una máquina dobladora.

10 La máquina 2 de mecanizado comprende un portaherramientas 4 móvil con varios punzones 5 para el punzonado de una pieza 8 de trabajo de chapa metálica. El portaherramientas 4 se desplaza con los punzones 5 a lo largo de la dirección 13 de movimiento mostrada. Frente a un punzón 5 se muestra una matriz 6 de forma puramente esquemática. De hecho, la máquina 2 de mecanizado puede presentar varias matrices.

15 El primer equipo 1 de mecanizado comprende un dispositivo 7 de transporte. El dispositivo 7 de transporte transporta la pieza 8 de trabajo a través de la primera máquina 2 de mecanizado. En la primera máquina 2 de mecanizado, la pieza 8 de trabajo se divide en tiras 9 punzonadas y piezas 10 punzonadas. El punzón 5 presiona las piezas 10 punzonadas por la matriz 6 hueca. Las piezas 10 punzonadas posteriores empujan las piezas 10 punzonadas a través de la matriz 6 para que las piezas 10 punzonadas caigan por la parte inferior de la matriz 6. De este modo, el movimiento de las piezas 10 punzonadas a través de la matriz 6 hueca tiene lugar al mismo tiempo que el punzonado de la primera máquina 2 de mecanizado.

20 Las tiras 9 punzonadas se transportan con el dispositivo 7 de transporte individualmente (o como una tira punzonada continua) y de manera sincronizada a la máquina 3 de mecanizado posterior. El transporte con el dispositivo 7 de transporte tiene lugar en la dirección 14 de transporte mostrada. En la máquina 3 de mecanizado posterior, las tiras 9 punzonadas se doblan y abandonan el equipo 1 de mecanizado.

25 La Figura 1 muestra los límites del sistema del equipo 1 de mecanizado. Dentro del equipo 1 de mecanizado, las tiras 9 punzonadas y las piezas 10 punzonadas se desplazan de forma ordenada al ritmo de la punzonadora. Las tiras 9 punzonadas y las piezas 10 punzonadas solo se almacenan como material 11 a granel después de salir del equipo 1 de mecanizado.

La Figura 1 muestra tres posiciones diferentes para la disposición de una unidad 12 de detección. El equipo 1 de mecanizado puede utilizar al menos una unidad 12 de detección en una de las posiciones o en varias de las posiciones.

30 El punzonado genera una superficie de corte tanto en la tira 9 punzonada como en la pieza 10 punzonada. La unidad 12 de detección está diseñada para detectar la superficie de corte sin contacto, en particular ópticamente. Las superficies de corte se registran en línea en el equipo 1 de mecanizado activo.

La Figura 1 muestra una unidad 12 de detección entre la primera máquina 2 de mecanizado y la máquina 3 de mecanizado posterior para detectar el contorno de la superficie de corte en la tira 9 punzonada. Dependiendo del diseño de la unidad 12 de detección, se prevé que la unidad 12 de detección vaya dispuesta fija o móvil en esta posición.

35 La Figura 1 muestra una unidad 12 de detección en el portaherramientas 4. Esta unidad 12 de detección se desplaza en particular junto con el portaherramientas 4 a lo largo de la dirección 13 de movimiento. Esto permite, en particular, que la unidad 12 de detección se desplace hasta la altura de la tira 9 punzonada y, de este modo, mida en ángulo recto con respecto al eje 12 de la superficie de corte o en ángulo recto con respecto a la superficie de corte. Sin embargo, también es posible diseñar la unidad 12 de detección en el portaherramientas 4 de forma que la unidad 12 de detección no tenga que desplazarse hasta la tira 9 punzonada, sino que solo se desplace lo más cerca posible de la superficie de corte que se va a medir.

40 La Figura 1 muestra una unidad 12 de detección en la matriz 6 para detectar el contorno de la superficie de corte en las piezas 10 punzonadas. Esta medición puede aprovechar, en particular, el hecho de que las piezas 10 punzonadas se desplazan a través de la matriz 6 hueca. Esto permite a la unidad 12 de detección detectar la superficie de corte a lo largo de toda la altura de la pieza 10 punzonada.

45 La Figura 2 muestra una vista esquemática de una superficie de corte detectada por la unidad 12 de detección. Concretamente las siguientes medidas son características de la superficie de corte o del contorno de la superficie de corte: Altura H de la superficie de corte, altura hE de ataque del borde, anchura bE de ataque del borde, altura hS de corte liso, altura hB de la superficie de rotura, altura hG de la rebaba de corte, anchura bG de la rebaba de corte, ángulo β G de la superficie de rotura. Además, la ilustración de la Figura 3 muestra la división de la superficie de corte en una zona 16 de ataque del borde, una zona 17 de corte liso, una zona 18 de superficie de rotura y una zona 19 de rebaba de corte. Para la tira 9 punzonada se muestra el eje 15 de la superficie de corte definido en base a la dirección 13 de movimiento del punzón 5. Las cuatro zonas se extienden más allá de la altura H de la superficie de corte. La Figura 3 también muestra una unidad 12 de detección con una lanza 20 de detección y una punta 21 de medición óptica. La punta 21 de medición óptica muestra de forma puramente esquemática la trayectoria del haz y el enfoque de la unidad 12 de detección. Si la unidad 12 de detección es móvil, puede desplazarse, por ejemplo, dentro de los

grados 22 de libertad indicados. Esto permite desplazar la punta 21 de medición hasta la altura de la tira 9 punzonada. Este movimiento permite medir toda la altura H de la superficie de corte. Además, también es posible girar la unidad 12 de detección para detectar la superficie de corte no solo en una línea. No obstante, como ya se ha descrito, también es posible utilizar una unidad 12 de detección fija.

5 La Figura 4 muestra un ejemplo de cómo puede llevarse a cabo la evaluación de los datos registrados por la unidad 12 de detección. Por ejemplo, el contorno 24 detectado de la superficie de corte puede compararse con una envolvente 23. Si el contorno 24 detectado se desvía en consecuencia de la envolvente 23, se pueden sacar conclusiones, por ejemplo, sobre el desgaste del punzón. Sin embargo, la evaluación también puede realizarse de cualquier otro modo, en particular comparando el contorno 24 detectado con valores de comparación almacenados en un ordenador.

10 Las Figuras 5 a 8 muestran estructuras esquemáticas de la unidad 12 de detección. Estas unidades 12 de detección pueden instalarse preferiblemente fijas y no tienen que desplazarse para detectar las superficies de corte.

La Figura 5 muestra una unidad 12 de detección que comprende una cámara 25 con un objetivo 26 y una iluminación 27. La cámara 25 y la iluminación 27 están situadas en dos lados diferentes de la pieza 8 de trabajo. La cámara 25 está orientada con un ángulo α de cámara y la iluminación 27 está orientada con un ángulo β de iluminación con respecto a un plano perpendicular al eje 15 de la superficie de corte.

La cámara 25 y la iluminación 27 van dispuestas de forma estática y no es necesario desplazarlas con la apertura del punzón para realizar la medición. Con este sistema de medición, la superficie de corte se registra en línea y se evalúa mediante el procesamiento de imágenes digitales. En particular, con la ayuda de algoritmos de detección de bordes se pueden detectar y evaluar las transiciones entre, por ejemplo, la zona 16 de ataque del borde, la zona 17 de corte liso, la zona 18 de superficie de rotura y la zona 19 de rebaba de corte. Gracias a la integración en el proceso, se pueden detectar cambios en las características de la superficie a lo largo del tiempo y determinar tendencias. Esto permite concluir la calidad de las piezas, así como el estado de desgaste del punzón 5. Al definir los parámetros de calidad en consecuencia, las piezas pueden marcarse como rechazadas y detectarse automáticamente. Además, pueden ejecutarse contramedidas para el punzón 5, que pueden ajustarse manualmente o mediante un sistema de ajuste automático durante el proceso de funcionamiento.

Dado que con esta estructura estática la superficie de corte que se va a fotografiar está oblicua, y no en ángulo recto con respecto al eje óptico de la cámara 25, se incumple el denominado principio de Scheimpflug. Como resultado, la profundidad de campo utilizable se reduce y a veces no es posible enfocar toda la superficie de corte. Este efecto molesto puede reducirse preferiblemente (i) restableciendo el principio de Scheimpflug, por ejemplo, con la ayuda de un objetivo especial de Scheimpflug, y/o (ii) minimizando el efecto negativo del incumplimiento del principio de Scheimpflug, tanto en cuanto se elige un ángulo α de cámara para la cámara 25 que sea lo más plano posible, e/o (iii) instalando la cámara 25 en el lado de la zona 18 de la superficie de rotura o de la zona 19 de rebaba de corte de la superficie de corte, ya que estas zonas tienden a mirar más hacia la cámara 25 debido a la forma geométrica en esta disposición de la cámara.

La cámara 25 con el objetivo 26 y la iluminación 27 se disponen preferiblemente de forma que se obtengan imágenes de alto contraste con respecto a una o a las características que se van a examinar. Para ello, se pueden utilizar en particular diferentes configuraciones de iluminación, como la iluminación axial o la iluminación de luz incidente (como se muestra en la Figura 5). La iluminación de luz incidente permite optimizar el ángulo β de iluminación especialmente de tal modo que las características que deben detectarse se visualizan con el máximo contraste.

Dependiendo de la aplicación y del material, pueden utilizarse preferiblemente filtros de color y/o filtros de polarización y/o iluminación monocromática con longitudes de onda específicamente seleccionadas. La iluminación intermitente también puede ser ventajosa, sobre todo para capturas de corta exposición.

Dado que la pieza 8 de trabajo se desplaza junto a la unidad 12 de detección debido a su movimiento de avance natural dentro del proceso de fabricación, este movimiento también puede aprovecharse para registrar imágenes de un área más grande. Para ello, hay que tomar una serie completa de imágenes durante el movimiento y con ayuda del procesamiento de imágenes obtener una imagen efectivamente mayor con una cobertura correspondientemente mayor de toda la superficie de corte. A partir de ahí pueden determinarse las características de calidad y geometría.

La Figura 6 muestra unidades 12 de detección como sensores 28 de corte óptico. La estructura consta de uno o varios sensores 28 ópticos de corte óptico según el principio de triangulación láser.

Preferiblemente, los sensores 28 de corte óptico van dispuestos de forma estática y, por lo tanto, no se desplazan durante la detección de la superficie de corte. Con los sensores 28 de corte óptico, al igual que con la unidad 12 de detección móvil, se realiza una medición a lo largo de una línea vertical a través de la superficie de corte. Dado que esta configuración estática no permite colocar el sensor directamente en vertical sobre la superficie de corte, puede que sea necesario disponer varios sensores de corte óptico (véase la Figura 6) de forma que se obtenga de nuevo la mayor parte posible del contorno combinando todas las señales de medición. Para ello, los sensores 28 de corte óptico se colocan en diferentes ángulos, pudiendo quedar su disposición espacial también por debajo y por encima de la pieza 8 de trabajo. Los sensores 28 de corte óptico proyectan las geometrías de barrido correspondientes sobre la superficie de la pieza evaluada y registran sus reflejos, calculan el contorno y lo superponen para formar un perfil

general, como se muestra en la Figura 7.

Como ya se ha descrito, con este procedimiento se puede reaprovechar el movimiento de la pieza 8 de trabajo y calcular así un contorno tridimensional de la superficie de corte. También se prevé sustituir los sensores de triangulación láser (sensores 28 de corte óptico) por sensores de proyección de franjas.

- 5 La Figura 8 muestra una unidad 12 de detección que consta de una o varias fuentes 29 de luz de corte óptico que proyectan una fina línea recta de luz láser sobre la superficie de corte, una cámara 25 con objetivo 26 y una unidad 27 de iluminación. Esta estructura de medición se dispone preferiblemente de forma estática y no tiene que moverse con la apertura del punzón para la medición. Esta disposición se utiliza para la captura combinada de imágenes digitales con fuente de corte óptico. La cámara 25 se utiliza tanto para la captura de imágenes bidimensionales, como
10 para la medición de corte óptico.

- Preferiblemente, la unidad de iluminación y las líneas láser se encienden y apagan consecutivamente y se toma en cada caso una imagen con la cámara 25. A partir de las imágenes capturadas con la iluminación de la línea láser se puede calcular un perfil de la superficie de corte mediante el algoritmo de triangulación, de forma análoga al procedimiento de corte óptico. Asimismo, las superficies pueden desplazarse y captarse imágenes a alta frecuencia.
15 De este modo, se puede registrar la topografía de la superficie.

Puede que sea necesario apagar la iluminación e independizar temporalmente la captura de imágenes sin unidad láser de la captura de imágenes con unidad láser. Preferiblemente, sin embargo, esto también puede hacerse simultáneamente.

- 20 La Figura 9 muestra una sección de la primera máquina 2 de mecanizado con un dispositivo para detectar una superficie 30 activa en el punzón 5, en particular un borde de corte del punzón de punzonado. Para ello, se aprovecha el movimiento relativo entre el punzón 5 y una placa guía del portaherramientas 4 para medir la superficie 30 activa desgastada del punzón 5. La unidad 12 de detección puede accionarse opcionalmente de forma independiente por medio de diversos accionamientos.

Listado de signos de referencia

- 1 Equipo de mecanizado
- 2 Primera máquina de mecanizado
- 3 Máquina de mecanizado posterior
- 4 Portaherramientas
- 5 Punzón
- 6 Matriz
- 7 Dispositivo de transporte
- 8 Pieza de trabajo
- 9 Tira punzonada
- 10 Pieza punzonada
- 11 Material a granel
- 12 Unidad de detección
- 13 Dirección de movimiento
- 14 Dirección de transporte
- 15 Eje de la superficie de corte
- 16 Zona de ataque del borde
- 17 Zona de corte liso
- 18 Zona de superficie de rotura
- 19 Zona de rebabas de corte
- 20 Lanza de detección
- 21 Punta de medición
- 22 Grados de libertad
- 23 Envoltente

24	Contorno
25	Cámara
26	Objetivo
27	Iluminación
α	Ángulo de la cámara
β	Ángulo de iluminación
28	Sensor de corte óptico
29	Fuente de luz de corte óptico
30	Borde de corte
H	Altura de la superficie de corte
hE	Altura de ataque del borde
bE	Anchura de ataque del borde
hS	Altura de corte liso
hB	Altura de la superficie de rotura
hG	Altura de la rebaba de corte
bG	Anchura de la rebaba de corte
β G	Ángulo de la superficie de rotura

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para operar un equipo (1) de mecanizado con una primera máquina (2) de mecanizado, en el que la primera máquina (2) de mecanizado comprende al menos un punzón (5) móvil para la separación, preferiblemente punzonado o brochado por punzonado, de una pieza (8) de trabajo, con los siguientes pasos:

- 5
 - detección sin contacto, preferiblemente óptica, de un contorno de una superficie de corte obtenida con el punzón (5) en la pieza (8) de trabajo mediante al menos una unidad (12) de detección instalada en el equipo (1) de mecanizado, teniendo lugar la detección en línea en el equipo (1) de mecanizado y, por tanto, sin extraer la pieza (8) de trabajo del equipo de mecanizado (1), y
- 10
 - evaluación de la naturaleza de la superficie de corte en base a los datos adquiridos por la unidad (12) de detección,
 - en el que el punzón (5) separa la pieza (8) de trabajo en una tira (9) punzonada y una pieza (10) punzonada,
 - en el que la pieza (8) de trabajo en el equipo (1) de mecanizado es transportada por un dispositivo (7) de transporte a través de la primera máquina (2) de mecanizado y, después de la primera máquina (2) de mecanizado, la tira (9) punzonada es transportada a una máquina (3) de mecanizado posterior, y
- 15
 - en el que la unidad (12) de detección detecta el contorno de la superficie de corte mientras la tira (9) punzonada se desplaza con ayuda del dispositivo (7) de transporte y/o descansa sobre el dispositivo (7) de transporte entre dos movimientos sincronizados.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la pieza (8) de trabajo se desplaza en el equipo (1) de mecanizado durante la detección con la unidad (12) de detección y/o descansa entre dos movimientos sincronizados.

- 20

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la unidad (12) de detección se desplaza para detectar la superficie de corte, preferiblemente en paralelo al eje (A) de la superficie de corte y/o en ángulo con respecto al eje (A) de la superficie de corte y/o en círculos.

- 25

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la primera máquina (2) de mecanizado comprende un portaherramientas (4) para recibir el al menos un punzón (5), en el que la unidad (12) de detección va dispuesta sobre el portaherramientas (4).

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el punzón (5) presiona una pieza (10) punzonada fuera de la pieza (8) de trabajo hacia una matriz (6) hueca, en el que la unidad (12) de detección detecta el contorno de la superficie de corte mientras la pieza (10) punzonada está dentro de la matriz (6) hueca.

- 30

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la superficie de corte presenta una altura (H) paralela al eje (A) de la superficie de corte, en el que la unidad (12) de detección detecta al menos el 50 %, preferiblemente al menos el 75 %, de la altura (H) de la superficie de corte para su posterior evaluación.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la unidad (12) de detección detecta varias zonas de la superficie de corte de la superficie de corte para su posterior evaluación, en particular, la zona (16) de ataque del borde y/o la zona (17) de corte liso y/o la zona (18) de superficie de rotura y/o la zona (19) de rebaba de corte.

- 35

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que los datos registrados por la al menos una unidad (12) de detección se evalúan en un ordenador y el equipo (1) de mecanizado, preferiblemente la primera máquina (2) de mecanizado, se controla con el ordenador en base a la calidad de la superficie de corte.

9. Equipo (1) de mecanizado para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que comprende

- 40
 - una primera máquina (2) de mecanizado con al menos un punzón (5) móvil para separar, preferiblemente mediante punzonado o brochado por punzonado, una pieza (8) de trabajo,
 - una máquina (3) de mecanizado posterior, y
 - al menos una unidad (12) de detección en el equipo (1) de mecanizado, entre la primera máquina (2) de mecanizado y la máquina (3) de mecanizado posterior, para la detección sin contacto, preferiblemente óptica, de un contorno de una superficie de corte obtenida con el punzón (5) en la pieza (8) de trabajo y dispuesta para la detección en línea en el equipo (1) de mecanizado.
- 45

10. Equipo de mecanizado según la reivindicación 9, en el que la pieza (8) de trabajo se desplaza con un dispositivo (7) de transporte en el equipo (1) de mecanizado durante la detección con la unidad (12) de detección.

11. Equipo de mecanizado según la reivindicación 9 o 10, que comprende una matriz (6) hueca opuesta al punzón (5),

en el que la unidad (12) de detección va dispuesta en la matriz (6) hueca.

12. Equipo de mecanizado según una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la unidad (12) de detección para detectar la superficie de corte va dispuesta de forma que puede moverse.

- 5 13. Equipo de mecanizado según una de las reivindicaciones 9 a 12, en el que la primera máquina (2) de mecanizado comprende un portaherramientas (4) para alojar el al menos un punzón (5), en el que la unidad (12) de detección está dispuesta sobre el portaherramientas (4).

Fig. 1

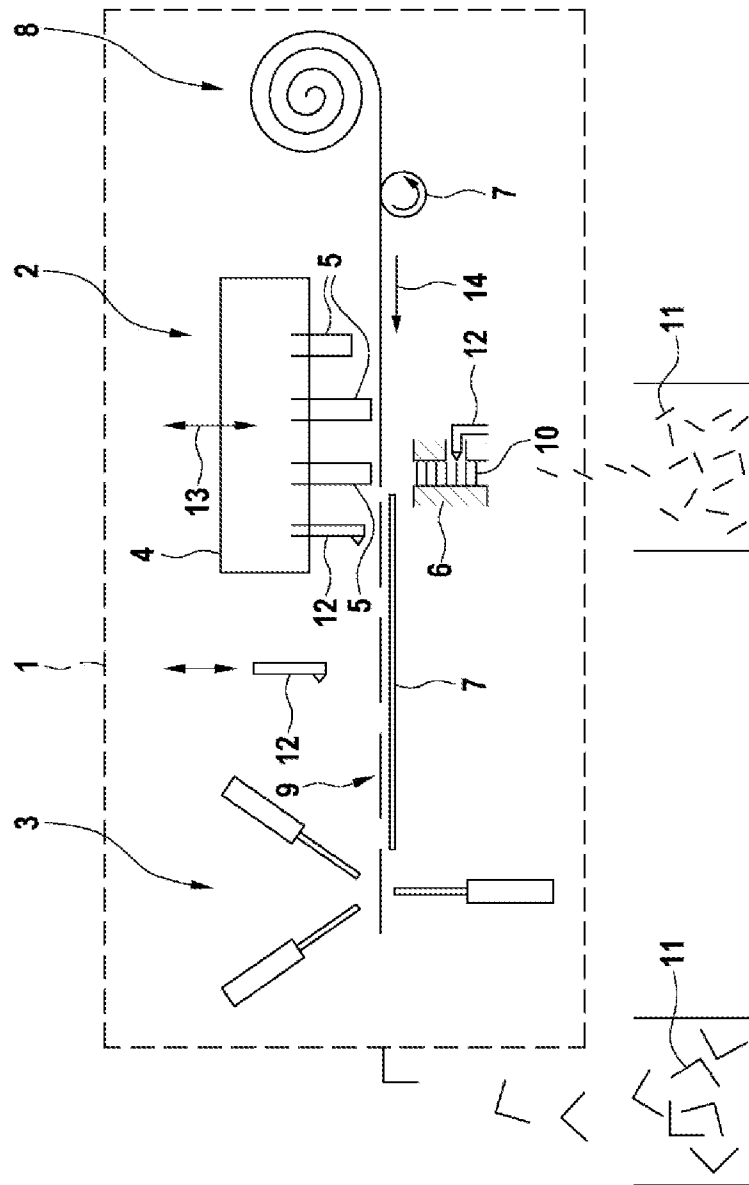


Fig. 2

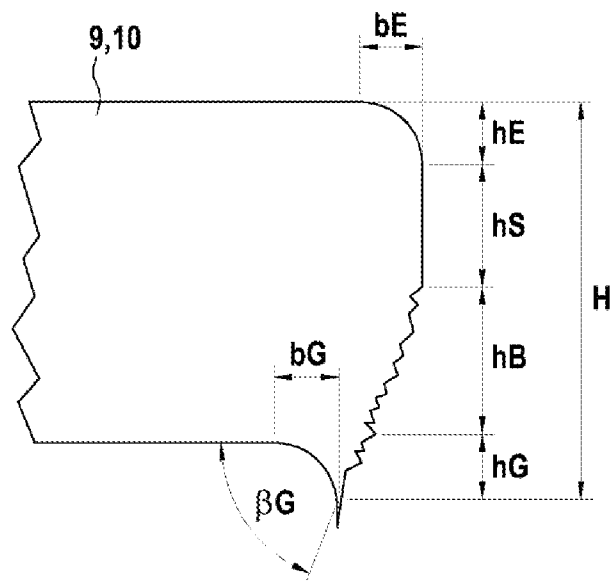


Fig. 3

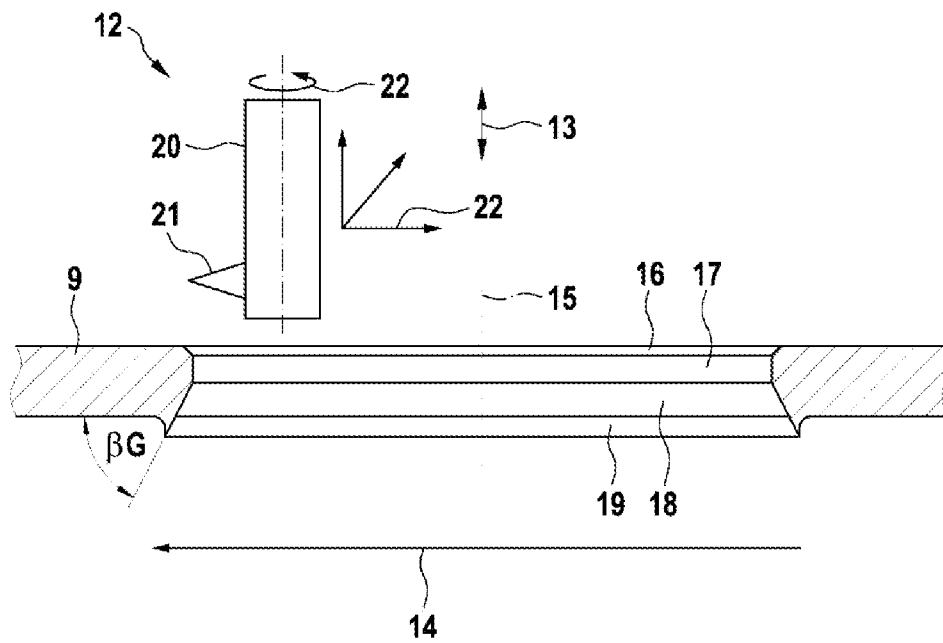


Fig. 4

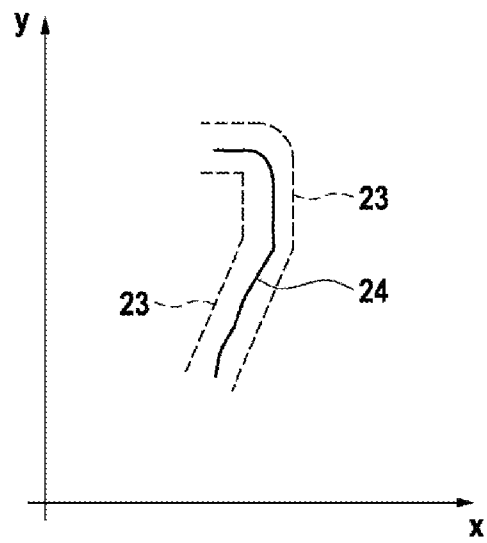


Fig. 5

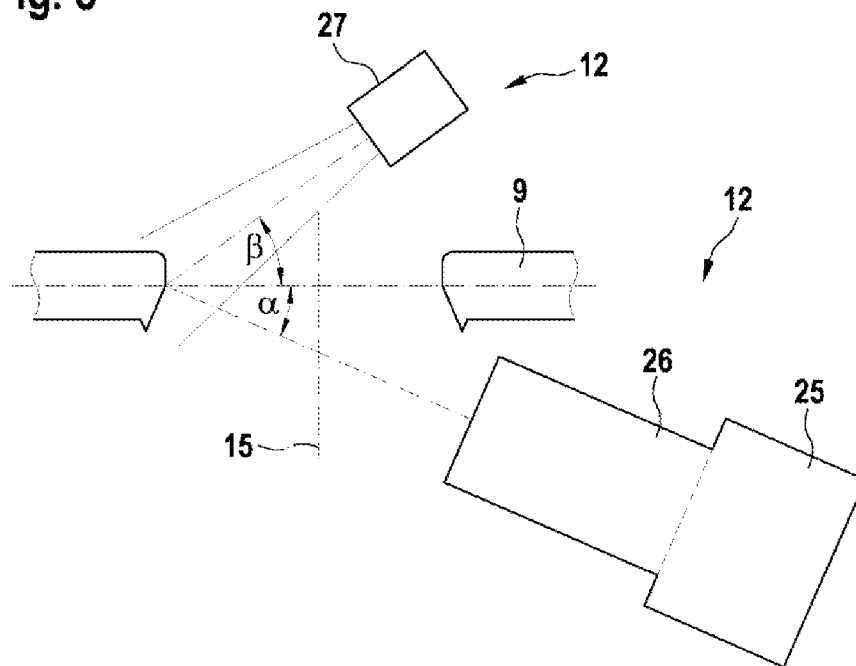


Fig. 6

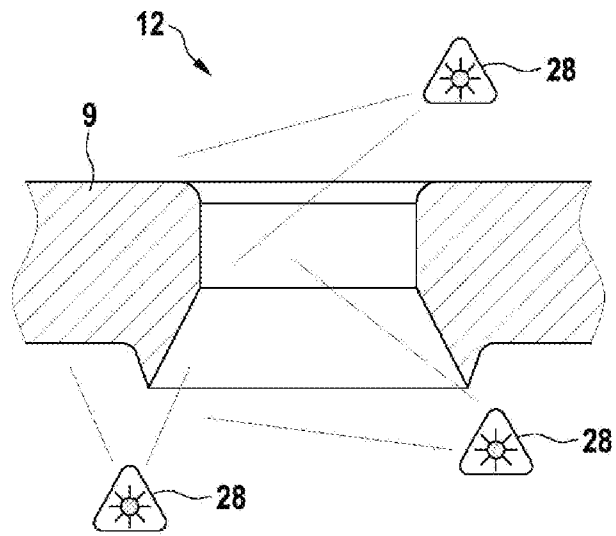


Fig. 7

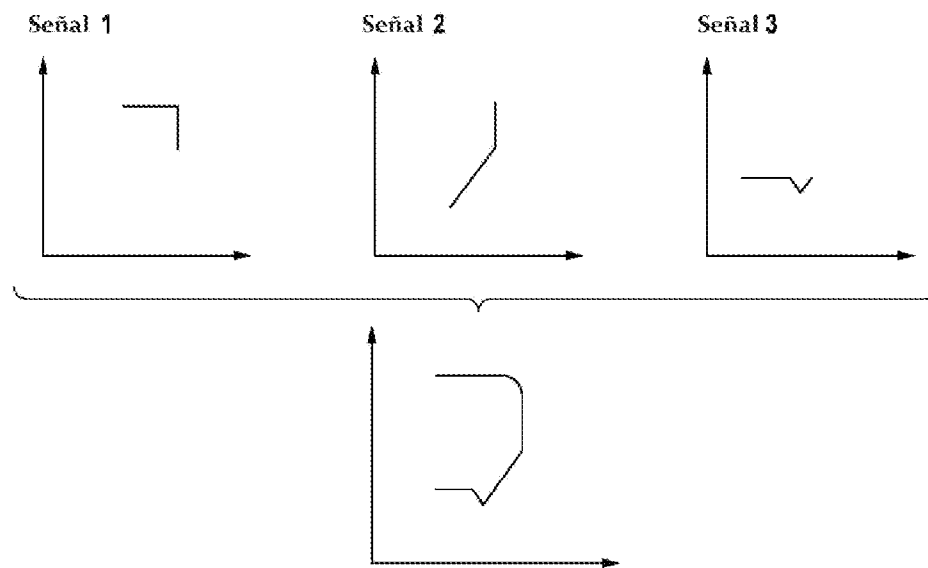


Fig. 8

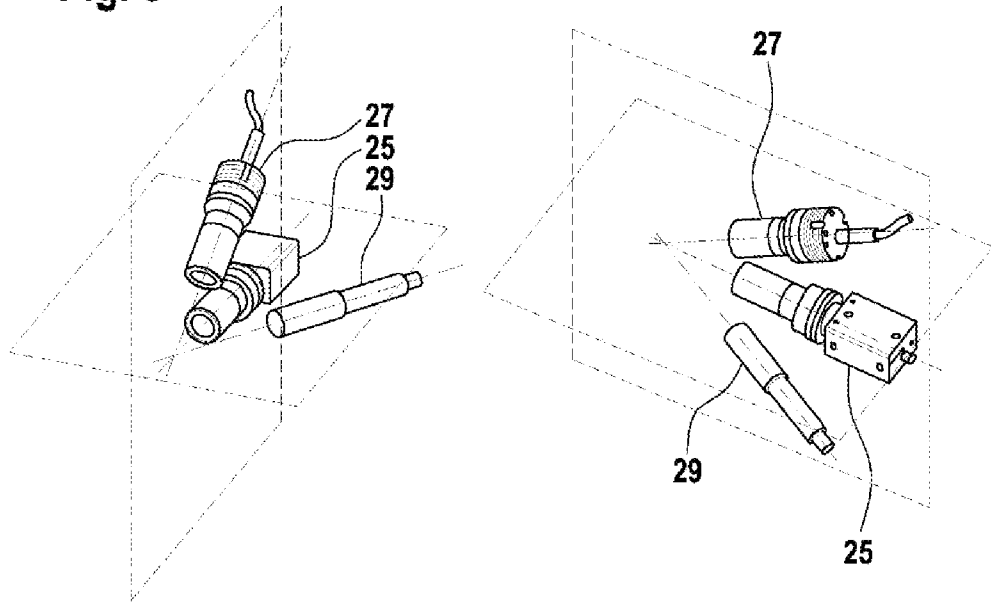


Fig. 9

