

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 840**

51 Int. Cl.:

B23K 26/359 (2014.01)

B23K 26/364 (2014.01)

B23K 26/03 (2006.01)

B23K 26/0622 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2017** **E 17201083 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019** **EP 3321024**

54 Título: **Procedimiento para producir una línea de debilitamiento en una pieza de trabajo de extensión plana a lo largo de un contorno predeterminado mediante desprendimiento de material por láser**

30 Prioridad:

11.11.2016 DE 102016121644

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

12.02.2020

73 Titular/es:

**JENOPTIK AUTOMATISIERUNGSTECHNIK GMBH
(100.0%)
Konrad-Zuse-Strasse 6
07745 Jena, DE**

72 Inventor/es:

**LUTZE, WALTER;
SEIDEL, FRANK;
GRIEBEL, MARTIN y
WEISSER, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 741 840 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 para producir una línea de debilitamiento en una pieza de trabajo de extensión plana a lo largo de un contorno predeterminado mediante desprendimiento de material por láser

5 La invención se refiere a un procedimiento para producir una línea de debilitamiento en una pieza de trabajo de extensión plana a lo largo de un contorno predeterminado, describiendo el contorno una yuxtaposición de lugares de desprendimiento. El preámbulo de la reivindicación 1 se basa, por ejemplo, en el documento EP 2 962 800 A2.

10 Hoy en día es habitual en muchos campos de aplicación practicar líneas de debilitamiento integradas en piezas de trabajo extendidas de manera plana para abrir estas en caso necesario a lo largo de esta línea de debilitamiento. Como ejemplos cabe mencionar elementos auxiliares para apertura rápida y separación en medios de envasado, materiales auxiliares médicos, material de oficina o revestimientos de seguridad. Se imponen exigencias de calidad especialmente altas en líneas de debilitamiento en cubiertas de airbag que, por un lado, no deben poder percibirse visualmente, y por otro lado, en el caso de la activación del airbag, permiten de manera segura su paso sin obstáculos.

20 Debido a esta peculiaridad el estado de la técnica con respecto a procedimientos para producir líneas de debilitamiento está descrito casi exclusivamente mediante cubiertas de airbag, por lo que también se explica la descripción del procedimiento divulgado en la presente memoria mediante una cubierta de airbag o un componente de una cubierta de airbag.

25 En realizaciones de cubiertas de airbag de alta calidad una capa conformada, estable, se provee a menudo con capas adicionales que representan materiales de recubrimiento mediante los cuales la superficie del elemento de cubierta orientada al espacio del ocupante experimenta una revalorización óptica y háptica. Estos materiales de recubrimiento son por regla general espumas que forman una capa intermedia o tejidos distanciadores, así como materiales flexibles y de paredes delgadas que sirven como capa decorativa, como láminas de plástico, cuero sintético, géneros de punto textiles, no tejidos de microfibras o cuero natural. Para el despliegue seguro del airbag por regla general no sólo en la capa conformada sino también en los materiales de recubrimiento se practican líneas de debilitamiento. Las líneas de debilitamiento pueden practicarse a lo largo de un contorno en la estructura de capas acabada o en las capas individuales antes de su montaje. Cuando a continuación se habla de piezas de trabajo de extensión planas entonces estas pueden ser una capa individual o también una estructura de capas.

35 Por el estado de la técnica se conoce un gran número de procedimientos con los que por medio de láser pueden practicarse líneas de debilitamiento o en la estructura de capas acabada de una cubierta de airbag o en capas individuales (componentes) que se ensamblan entonces posteriormente para formar una estructura de capas.

40 En el documento DE 10 2013 104 138 B3 se describe un procedimiento para practicar una línea de debilitamiento definida en un material de recubrimiento mediante desprendimiento de material en el que el guiado en forma de línea de un haz láser pulsado es una repetición reiterada de un movimiento de exploración a lo largo de la línea formada por lugares de desprendimiento, emitiéndose por cada lugar de desprendimiento en cada caso solo un láser pulsado. Los parámetros del pulso de láser se seleccionan a este respecto de modo que este provoca un aporte de energía que en el lugar de desprendimiento respectivo produce un calentamiento del material de recubrimiento a una temperatura por encima de un umbral de ablación y con ello un desprendimiento de material, aunque la temperatura en zonas del material de recubrimiento adyacentes al lugar de desprendimiento respectivo se mantiene por debajo de una temperatura límite, que llevaría a modificaciones en la estructura del material de recubrimiento.

50 La repetición reiterada del movimiento de exploración puede realizarse hasta alcanzar un espesor de pared residual reducido en el que una disposición de sensores detecta por debajo de la línea de debilitamiento la radiación láser que se transmite entonces. Cuando se alcanza el espesor de pared residual mínimo permitido en un lugar de desprendimiento individual durante el movimiento de exploración se realiza una desconexión de resolución local del haz láser. La consecución del espesor de pared residual mínimo permitido se constata mediante la detección de una magnitud predeterminada de potencia de láser de transmisión.

55 Con ello por cada lugar de desprendimiento incide solo un pulso de láser, la velocidad del movimiento de exploración y la frecuencia de repetición de pulso del haz láser pulsado están adaptadas la una a la otra.

60 Como alternativa a un haz láser pulsado puede emplearse un haz láser continuo que durante el movimiento de exploración repetido se conecta y desconecta ventajosamente de acuerdo con un régimen fijo, presentando la línea de debilitamiento practicada a lo largo de la línea la forma una línea de hendidura-alma con una yuxtaposición alternante de hendiduras y almas.

65 Al registrarse por cada lugar de desprendimiento la consecución de un espesor de pared residual mínimo y realizarse una desconexión correspondiente de resolución local, puede producirse una línea de debilitamiento que, independientemente de oscilaciones de grosor de material presenta una resistencia al desgarre constante a lo largo de su longitud. La magnitud de la resistencia al desgarre puede ajustarse en este caso, a excepción de a través del

espesor de pared residual que queda, a través del número de los lugares de desprendimiento o el número de los agujeros de perforación originados que penetran el material hasta una pared residual y sus distancias o longitudes de alma.

5 También en un procedimiento divulgado en el documento de patente EP 0 991 551 B1 se crea una línea de debilitamiento mediante una yuxtaposición de un gran número de agujeros de perforación producidos consecutivamente por medio de un haz láser pulsado en una cubierta de airbag. Los agujeros de perforación pueden practicarse de manera solapada entre sí o distanciados unos de otros mediante almas restantes. Los agujeros de perforación están acabados tan pronto como se registre una transmisión de la radiación láser. Además de la perforación pueden producirse también líneas de debilitamiento, secciones en la línea de debilitamiento u agujeros individuales sin perforar completamente el material. La profundidad de este debilitamiento no perforante puede calcularse y ajustarse mediante el número de pulsos y / o la duración de pulsos que es o son necesarios para la producción de una perforación. En este documento no se dan a conocer datos más exactos para ajustar la profundidad.

15 Un procedimiento conocido por el documento DE 10 2014 108 133 B4 se diferencia en que de manera alterna en primeros segmentos de la línea de debilitamiento se aporta una energía superior que en segundos segmentos y la radiación láser de transmisión a través de las primeras paredes residuales de segmento provoca señales a partir de las cuales se deduce el espesor de las segundas paredes residuales de segmento sin registrarlas.

20 Los procedimientos mencionados anteriormente tienen en común que el desprendimiento se realiza a lo largo del contorno de la línea de debilitamiento que va a producirse por medio de láser, eliminándose material y con ello la pared residual que queda por debajo del lugar de desprendimiento respectivo. Dependiendo del grado de transmisión del material se transmite potencia de radiación láser a través de la pared residual diferenciando un grosor determinado. La potencia de radiación láser de transmisión de un pulso de láser se detecta entonces cuando se sitúa por encima de un valor límite inferior de la zona de sensibilidad del sensor, de modo que este genera una señal. Para materiales que presentan un grado de transmisión solo muy reducido, esto será poco antes de la ruptura total o dado el caso no antes de la formación de microagujero. En caso de materiales que tienen un grado de transmisión comparativamente alto puede ser que ya se genere una señal cuando el espesor de pared residual todavía es demasiado alto. En este caso puede hallarse un valor umbral para la señal mediante una prueba previa que correlaciona con un grosor deseado de la pared residual.

35 Cabe suponer que en los procedimientos anteriormente mencionados la señal obtenida sirve directamente como criterio de desconexión para el láser.

40 Por el documento EP 0 827 802 B1 se conoce un procedimiento en el que se integran las señales obtenidas de un sensor y el valor integral formado de este modo se compara como criterio de desconexión con un valor deseado correlacionado con el espesor de pared residual deseado. En este caso, no obstante la línea de debilitamiento se produce al fabricarse los agujeros ciegos que forman una línea de debilitamiento consecutivamente. La formación de valor integral debe permitir crear un criterio de desconexión que en particular considera la configuración de residuos de combustión y gases de evaporación en la configuración de los agujeros ciegos.

45 Por el documento DE 10 2007 024 510 B3 se desprende un procedimiento para producir una línea de debilitamiento mediante desprendimiento de material en una pieza de trabajo de extensión plana, como se sabe, en el que un haz láser se guía a lo largo de un contorno predeterminado de una línea de debilitamiento. A este respecto se genera un desprendimiento de material por cada lugar de desprendimiento hasta en cada caso un espesor de pared residual predeterminado. Para alcanzar un espesor de pared residual de elevada exactitud, allí por medio de sensores se obtienen valores de medición de referencia mediante la medición o mecanizado de prueba de piezas de trabajo de referencia y se almacenan asociados a los respectivos lugares de mecanizado.

50 La invención se basa en el objetivo de mejorar un procedimiento para producir una línea de debilitamiento en una pieza de trabajo de extensión plana por medio de láser en el que, con una disposición de sensores, se detecta la radiación láser de transmisión en lugares de desprendimiento a lo largo del contorno línea de debilitamiento.

55 El objetivo se consigue mediante un procedimiento para producir una línea de debilitamiento mediante desprendimiento de material en una pieza de trabajo de extensión plana. Para una descripción clara la pieza de trabajo de extensión plana presenta un lado visible y un reverso enfrentado al lado visible. Esta selección de términos es el resultado de un uso típico de una pieza de trabajo de este tipo como cubierta de airbag. Para llevar a cabo el procedimiento mediante un generador de láser se genera un haz láser pulsado con pulsos de láser con una energía determinada por una amplitud de pulso y una longitud de pulso. Los pulsos de láser se aportan sucesivamente, en ciclos de mecanizado que se repiten varias veces, a lo largo de un contorno predeterminado para la línea de debilitamiento en cada caso sobre un lugar de desprendimiento desde el reverso. Por cada lugar de desprendimiento el desprendimiento de material se realiza hasta en cada caso un espesor de pared residual predeterminado que también puede ser cero. A este respecto, cuando se alcanza un criterio de desconexión correlacionado para el espesor de pared residual predeterminado en cada caso con resolución local sobre los lugares de desprendimiento el aporte de los pulsos de láser finaliza. Por cada ciclo de mecanizado se genera una

5 curva de señal de medición que está formada por señales de medición a través de los lugares de desprendimiento que, en cada caso son causados mediante detección de una parte de amplitud de pulso de transmisión de la amplitud de pulso de uno de los pulsos de láser, por medio de al menos de un sensor de una disposición de sensores por cada lugar de desprendimiento. Si en uno de los lugares de desprendimiento la parte de amplitud de pulso de transmisión es menor que un valor umbral que delimita hacia abajo la zona de sensibilidad de los sensores o no transmite parte de amplitud de pulso alguna, entonces para el lugar de desprendimiento en cuestión no se genera señal de medición alguna.

10 Es esencial para la invención que a los ciclos de mecanizado preceda en el tiempo una etapa de procedimiento para generar y almacenar una curva de señal de referencia. Se forma mediante las señales de referencia provocadas por la amplitud de pulso a través de los lugares de desprendimiento, no estando presente en esta etapa de procedimiento pieza de trabajo alguna entre el generador de láser y la disposición de sensores. En la etapa de procedimiento precedente en el tiempo, así como los ciclos de mecanizado la amplitud de pulso de los pulsos de láser se mantiene constante. Como criterio de desconexión con resolución local por cada lugar de desprendimiento se emplea en cada caso la consecución de una parte porcentual predeterminada en cada caso de la señal de referencia o de una distancia absoluta predeterminada desde la señal de referencia mediante la señal de medición.

20 Es especialmente ventajoso si durante el primero de los ciclos de mecanizado los pulsos de láser presentan una longitud de pulso más corta que durante el siguiente ciclo de mecanizado, de modo que la energía de los pulsos de láser es tan reducida que no se realiza desprendimiento de material alguno. Por ello se impide que en lugares de desprendimiento, donde ya se ha alcanzado un criterio de desconexión el material residual todavía presente se reduzca adicionalmente o se desprenda totalmente.

25 Si ya en el primer ciclo de mecanizado para alguno de los lugares de desprendimiento se forma una señal de medición que es de la misma magnitud que la señal de referencia no se aporta ningún pulso de láser adicional en los ciclos de mecanizado siguientes en estos lugares de desprendimiento.

30 Si ya en el primer ciclo de mecanizado para algunos de los lugares de desprendimiento se forma una señal de medición que es mayor que la parte porcentual de la señal de referencia respectiva determinada en cada caso o su distancia con respecto a la señal de referencia es menor que la distancia predeterminada con respecto a la señal de referencia, no se aportan pulsos de láser en los ciclos de mecanizado siguientes en estos lugares de desprendimiento.

35 Es ventajoso cuando en uno de los ciclos de mecanizado para algunos de los lugares de desprendimiento se forma una señal de medición que es menor que la parte porcentual predeterminada en cada caso de la señal de referencia respectiva, o su distancia con respecto a la señal de referencia es menor que la distancia predeterminada con respecto a la señal de referencia, y se aportan pulsos de láser con longitud de pulso más corta en los ciclos de mecanizado siguientes en estos lugares de desprendimiento de lo que se aportan en los lugares de desprendimiento para los que en este ciclo de mecanizado todavía no se ha formado señal de medición alguna.

40 Ventajosamente la etapa de procedimiento precedente en el tiempo para el mecanizado de piezas de trabajo del mismo tipo con un mismo contorno para la línea de debilitamiento se lleva a cabo solo una vez y después se emplea para la producción de la línea de debilitamiento en las piezas de trabajo adicionales del mismo tipo.

45 La invención se explica con más detalle a continuación mediante ejemplos de realización y dibujos correspondientes.

Para ello muestran:

- 50 la figura 1 un dispositivo para la realización del procedimiento,
- la figura 2 una curva de señal de referencia, formada a partir de señales de referencia a través de los lugares de desprendimiento, mientras no está dispuesta ninguna pieza de trabajo por encima de la disposición de sensores,
- 55 la figura 3 una primera curva de señal de medición, formada de señales de medición a través de los lugares de desprendimiento, mientras está dispuesta una pieza de trabajo no mecanizada por encima de la disposición de sensores, y
- 60 la figura 4 una curva de señal de medición de orden n, formada de señales de medición a través de los lugares de desprendimiento, mientras que la pieza de trabajo se mecaniza en el ciclo de mecanizado de orden n.

65 En la figura 1 está representado un dibujo esquemático para un dispositivo para la realización adecuado, conocido por el estado de la técnica.

El dispositivo contiene un generador de láser 1, que emite pulsos de láser 1.1 con una amplitud de pulso (haz láser

pulsado), un escáner láser 2, que guía los pulsos de láser 1.1 dentro de un campo de trabajo A en lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n , y una disposición de sensores 3, en la que por debajo del campo de trabajo A están dispuestos sensores $3_1, \dots, 3_m$ en forma de matriz y en cada caso presentan un ángulo de apertura de una magnitud de modo que en cada caso al menos uno los sensores $3_1, \dots, 3_m$ detecta la amplitud de pulso o una parte de amplitud de pulso de un pulso de láser 1.1 que incide en un lugar de desprendimiento a_1, \dots, a_n discrecional dentro del campo de trabajo A. Mediante la realización y disposición de los sensores 3 concretas desde cada punto dentro del campo de trabajo A y con ello en un lugar de desprendimiento a_1, \dots, a_n discrecional puede detectarse una parte de amplitud de pulso discrecional de modo que este dispositivo puede emplearse sin configurarse especialmente para un contorno determinado de una línea de debilitamiento. Para el registro de una curva de señal de referencia $f(R_a)$ de acuerdo con la invención el dispositivo se hace funcionar sin una pieza de trabajo 4 insertada, controlándose el escáner láser 2 de modo que los pulsos de láser 1.1 a lo largo de un contorno predeterminado de una línea de debilitamiento inciden en lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n .

Para el mecanizado una pieza de trabajo 4 de extensión plana, que presenta un reverso 4.1 y un lado visible 4.2 se dispone en el dispositivo de modo que su reverso 4.1 coincide con el campo de trabajo A y su lado visible 4.2 está dirigido a la disposición de los sensores 3.

Al igual que en el estado de la técnica el desprendimiento de material durante la producción de una línea de debilitamiento en una pieza de trabajo 4 de extensión plana se realiza fundamentalmente al dirigir un haz láser pulsos de láser 1.1 hacia el reverso 4.1 de la pieza de trabajo 4 de extensión plana y varias veces, es decir en varios ciclos de mecanizado, se guía a lo largo de un contorno predeterminado para la línea de debilitamiento a través de la pieza de trabajo 4 de extensión plana, ventajosamente por medio de un escáner láser 2. El pulso de láser 1.1 que incide a este respecto en cada caso sobre un lugar de desprendimiento a_1, \dots, a_n provoca un aporte de energía, que en el lugar de desprendimiento a_1, \dots, a_n respectivo produce una ablación del material de la pieza de trabajo 4 de extensión plana.

La repetición reiterada del movimiento de exploración se realiza hasta que se haya alcanzado para todos los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n un espesor de pared residual deseado en cada caso que también puede ser cero. El generador de láser 1 que genera los pulsos de láser 1.1 se controla de modo que sobre los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n en cada caso inciden solo pulsos de láser 1.1 hasta que se haya alcanzado el espesor de pared residual deseado, es decir durante el movimiento de exploración se realiza una desconexión del haz láser con resolución local. El criterio de desconexión se forma dependiendo de una parte de amplitud de pulso, de transmisión en el lugar de desprendimiento a_1, \dots, a_n respectivo, de la amplitud de pulso del pulso de láser 1.1. Para este propósito la disposición de sensores 3 está dispuesta en el lado visible 4.2 de la pieza de trabajo 4 de extensión plana enfrenteado a la acción del haz láser. Hasta este punto el procedimiento se conoce por el estado de la técnica.

Lo novedoso en el procedimiento de acuerdo con la invención es la obtención del criterio de desconexión, que está correlacionado con el espesor de pared residual deseado en cada caso. La obtención de acuerdo con la invención del criterio de desconexión lleva a una tolerancia más estrecha del espesor de pared residual con resolución local a través de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n a lo largo del contorno y con ello a un comportamiento de desgarre viable de la línea de debilitamiento.

Al formarse el criterio de desconexión a partir de una comparación entre una curva de señal de referencia $f(R_a)$ con resolución local y curvas de señal de medición $f_1(M_a), \dots, f_n(M_a)$ se forma, no se requiere una disposición de los sensores 3 adaptada al contorno de la línea de debilitamiento. Con ello se abre la posibilidad con un dispositivo que presenta una disposición 3 de sensores fija de producir piezas de trabajo 4 con diferentes contornos o piezas de trabajo 4 con los mismos contornos que están situados de manera relativamente diferente dentro del campo de trabajo A.

El procedimiento se modifica para ello como sigue: A los ciclos de mecanizado descritos previamente en los que fundamentalmente por cada pulso de láser 1.1 en uno de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n se realiza un desprendimiento de material, se antepone en el tiempo una etapa de procedimiento en la que una curva de señal de referencia $f(R_a)$ se forma y se almacena a partir de señales de referencia R_a provocadas mediante las amplitudes de pulso, por ejemplo en forma de un tensión, a través de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n . Para ello el haz láser se guía una vez a lo largo del contorno de la línea de debilitamiento y por cada lugar de desprendimiento a_1, \dots, a_n se emite un pulso de láser 1.1. Sin embargo ninguna pieza de trabajo 4 se encuentra en el campo de trabajo A por encima de la disposición de sensores 3. La sensibilidad de los sensores $3_1, \dots, 3_m$ está ajustada por ejemplo por medio de elementos de debilitamiento de modo que la amplitud de pulso de los pulsos de láser 1.1 se sitúa dentro de la zona dinámica de los sensores $3_1, \dots, 3_m$. En función de dónde está situado uno de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n con respecto a los sensores $3_1, \dots, 3_m$, uno los sensores $3_1, \dots, 3_m$ o varios de los sensores $3_1, \dots, 3_m$ detectarán la amplitud de pulso o partes de amplitud de pulso del pulso de láser 1.1, a partir de lo cual se forma una señal de referencia R_a .

Por motivos de claridad a continuación va a hablarse de una señal de referencia o de medición R_a o M_a , independientemente de si solo uno de los sensores $3_1, \dots, 3_m$ detecta la amplitud de pulso o una parte de amplitud de pulso y a partir de esto se deriva una señal de referencia o de medición R_a o M_a individual, o de si varios de los

sensores $3_1, \dots, 3_m$ detectan en cada caso una parte de amplitud de pulso y de esto se derivan varias señales de referencia o de medición R_a o M_a , a partir de las cuales, por ejemplo, mediante adición, disyunción lógica o formación de promedio se forma una señal de referencia total o de medición total.

5 Los sensores $3_1, \dots, 3_m$ están dispuestos correlacionados habitualmente con el contorno de la línea de debilitamiento. Sin embargo, en relación con la realización del procedimiento de acuerdo con la invención ventajosamente en forma de matriz un campo de trabajo A está dispuesto de modo obturador, a través del cual puede guiarse fundamentalmente el haz láser, de modo que con una misma configuración de la disposición de los sensores 3 pueden fabricarse distintos contornos de líneas de debilitamiento, que se sitúan dentro del campo de trabajo A.

10 Si para la focalización del haz láser se emplea un escáner láser 2 el ángulo de incidencia del haz láser varía dependiendo de la posición del de desprendimiento actual a_1, \dots, a_n en el campo de trabajo A de 0° en el centro hasta aproximadamente 20° en los bordes. Por ello, para cada contorno de una línea de debilitamiento en el campo de trabajo A se produce una dirección de radiación individual de los lugares de desprendimiento y con ello de los sensores $3_1, \dots, 3_m$ y distancias individuales de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n con respecto a los centros de sensor situados más cercanos. Dependiendo del ángulo de apertura respectivo de los sensores $3_1, \dots, 3_m$, para el registro de señales, y de la distancia de los sensores $3_1, \dots, 3_m$, entre sí se produce una señal de referencia R_a por cada lugar de desprendimiento a_1, \dots, a_n , que dependiendo de la distancia respectiva de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n con respecto a los sensores $3_1, \dots, 3_m$ y el ángulo de incidencia del haz láser puede ser diferente dado que su sensibilidad disminuye con distancia creciente con respecto al centro del sensor.

Las señales de referencia R_a se almacenan asociadas a los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n individuales.

25 Esta etapa de procedimiento precedente a los ciclos de mecanizado debe repetirse para el mecanizado de piezas de trabajo 4 de diferentes contornos para la línea de debilitamiento. Para el mecanizado de piezas de trabajo 4 con un mismo contorno de la línea de debilitamiento que también presenta una posición relativa igual respecto a los sensores $3_1, \dots, 3_m$ de la disposición de sensores 3, puede recurrirse a la curva de señal de referencia $f(R_a)$ almacenada una vez.

30 En los ciclos de mecanizado siguientes se forma en cada caso una curva de señal de medición $f_1(M_a), \dots, f_n(M_a)$ y se compara con la curva de señal de referencia $f(R_a)$. Las señales de medición M_a se provocan en cada caso mediante una parte de amplitud de pulso de transmisión de la amplitud de pulso de un pulso de láser 1.1 y por ejemplo se registran y almacenan en forma de una tensión asociadas a los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n . Los pulsos de láser 1.1 en la etapa de procedimiento precedente y los ciclos de mecanizado tienen una amplitud de pulso de una misma magnitud invariable. A través de la longitud de pulso se controla si se realiza un desprendimiento de material y cuánto material se desprende dado el caso por cada pulso de láser 1.1 en uno de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n . Si debido a las propiedades de la pieza de trabajo 4 de extensión plana puede esperarse que ya en el primer ciclo de mecanizado se forman señales de medición M_a , que en su altura se corresponden con la señal de referencia R_a o se corresponden aproximadamente con esta ventajosamente para los pulsos de láser 1.1 en este primer ciclo de mecanizado se selecciona una longitud de pulso más corta que en los ciclos de mecanizado siguientes para reducir el aporte de energía en cuanto a que no se realice desprendimiento de material alguno.

45 Las piezas de trabajo 4 de este tipo pueden ser tejidos o géneros de punto que presentan una estructura perforada, de modo que los pulsos de láser 1.1 en algunos de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n pueden atravesar la pieza de trabajo 4 ya sin un desprendimiento de material previo sin ningún obstáculo. El procedimiento puede aplicarse fundamentalmente en todas las piezas de trabajo 4, independientemente de si ya en un primer ciclo de mecanizado para todos los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n , para una parte de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n o para ninguno de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n ya se registran señales de medición M_a . Es decisivo que como criterio de desconexión para los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n individuales en cada caso se emplea una parte porcentual predeterminada de la señal de referencia R_a o también una distancia absoluta con respecto a la señal de referencia R_a y el mecanizado finaliza en el lugar de desprendimiento a_1, \dots, a_n en cuestión, cuando para este lugar de desprendimiento a_1, \dots, a_n se forma por primera vez una señal de medición M_a , que es mayor / igual al criterio de desconexión predeterminado. La magnitud seleccionada de la parte porcentual de la señal de referencia R_a o la distancia de la señal de referencia R_a como criterio de desconexión depende de las propiedades de material de la pieza de trabajos 4.

60 En las figuras 2 a 4 se muestra una curva de señal de referencia $f(R_a)$ y una primera y una curva de señal de medición de orden n $f_1(M_a), \dots, f_n(M_a)$. En este caso se ha mecanizado una pieza de trabajo 4 transparente, de modo que ya sin ningún desprendimiento de material en todos los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n a través del contorno de la línea de debilitamiento que va a practicarse se transmite una parte de amplitud de pulso del pulso de láser 1.1 que incide en cada caso.

65 La figura 2 muestra una curva de señal de referencia $f(R_a)$, que resulta de las señales de referencia R_a individuales asociadas en cada caso a uno de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n asociadas. Las señales de referencia R_a se desvían más o menos de un valor deseado R_{Soll} .

5 La figura 3 muestra una primera curva de señal de medición $f_1(M_a)$ que resulta de las señales de medición M_a individuales asociadas en cada caso a uno de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n durante el primer ciclo de mecanizado. Las señales de medición M_a se desvían más o menos de las señales de referencia R_a respectivas o se corresponden en algunos de los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n con la señal de referencia R_a . En el último caso mencionado en los ciclos de mecanizado individuales en estos lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n no se aporta ningún pulso de láser 1.1 adicional.

10 La figura 4 muestra una curva de señal de medición de orden n $f_n(M_a)$. La curva de señal de medición de orden n $f_n(M_a)$ se ha aproximado de forma visible a la curva de señal de referencia $f(R_a)$.

15 A modo de ejemplo se explica el mecanizado en tres lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n distintos de a modo de ejemplo en total 270 lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n ($n = 270$), que describen el contorno de la línea de debilitamiento, concretamente a_{17}, a_{113} y a_{241} .

20 En el lugar de desprendimiento a_{17} la señal de medición M_{17} durante el primer ciclo de mecanizado presenta todavía una gran distancia con respecto a la señal de referencia R_{17} mientras que en el ciclo de mecanizado de orden n solo tiene una distancia marginal y el mecanizado de este lugar de desprendimientos a_{17} ha finalizado. Algo similar ocurre en el lugar de desprendimiento a_{113} , ajustándose el mecanizado en este caso en el tiempo. En el lugar de desprendimiento a_{241} ya en el primer ciclo de mecanizado se ha generado una señal de medición M_{241} que se corresponde a la señal de referencia R_{241} , o el criterio de desconexión se cumple, de modo que en este caso ventajosamente no se realiza desprendimiento alguno, lo que es viable al trabajarse en el primer ciclo de mecanizado con una longitud de pulso tan corta que el aporte de energía mediante un pulso de láser 1.1 se sitúa por debajo de un umbral que provoca un desprendimiento de material.

25 Una pieza de trabajo 4 plana transparente puede ser, por ejemplo, un tejido, donde los lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n de modo simplificado se sitúan o sobre un hilo de tejido, un cruzado de hilos de tejido o un agujero delimitado por hilos de tejido, con lo que hay tres grupos de lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n a través de los cuales se transmite una parte de amplitud de pulso de diferente magnitud. Puede tratarse en piezas de trabajo 4 de este tipo también de géneros de punto en los que de manera análoga a un tejido se producen lugares de desprendimiento a_1, \dots, a_n de diferente transparencia.

Lista de números de referencia

35	1	generador de láser
	1.1	pulso de láser
	2	escáner láser
	3	disposición de sensores $3_1, \dots, 3_m$
	$3_1, \dots, 3_m$	sensor (de la disposición de sensores $3_1, \dots, 3_m$)
40	4	pieza de trabajo
	4.1	reverso
	4.2	lado visible
	A	campo de trabajo
45	a_1, \dots, a_n	lugar de desprendimiento
	$f(R_a)$	curva de señal de referencia
	$f_1(M_a)$	primera curva de señal de medición
	$f_n(M_a)$	curva de señal de medición de orden n
	M_a	señal de medición
50	R_a	señal de referencia
	R_{soll}	valor deseado

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir una línea de debilitamiento mediante desprendimiento de material en una pieza de trabajo (4) de extensión plana, que presenta un lado visible (4.2) y un reverso (4.1) opuesto al lado visible (4.2), en donde un generador de láser (1) genera un haz láser pulsado con pulsos de láser (1.1) con una energía determinada mediante una amplitud de pulso y una longitud de pulso que se aportan sucesivamente en ciclos de mecanizado que se repiten varias veces, a lo largo de un contorno predeterminado para la línea de debilitamiento sobre cada uno de los lugares de desprendimiento (a_1, \dots, a_n) desde el reverso (4.1) y en donde por cada lugar de desprendimiento (a_1, \dots, a_n) el desprendimiento de material se realiza hasta en cada caso un espesor de pared residual predeterminado, que también puede ser cero, en donde en la consecución de un criterio de desconexión correlacionado para el espesor de pared residual predeterminado con resolución local sobre cada uno de los lugares de desprendimiento (a_1, \dots, a_n) el aporte de los pulsos de láser (1.1) finaliza y por cada ciclo de mecanizado se genera una curva de señal de medición, que está formada por señales de medición (M_a) a través de los lugares de desprendimiento (a_1, \dots, a_n) que se provocan en cada caso mediante detección de una parte de amplitud de pulso de transmisión de la amplitud de pulso de uno de los pulsos de láser (1.1) por medio de al menos un sensor ($3_1, \dots, 3_m$) de una disposición de sensores (3) por cada lugar de desprendimiento (a_1, \dots, a_n), **caracterizado por que** a los ciclos de mecanizado precede en el tiempo una etapa de procedimiento para generar y almacenar una curva de señal de referencia ($f(R_a)$), que está formada por señales de referencia (R_a) provocadas por la amplitud de pulso a través de los lugares de desprendimiento (a_1, \dots, a_n), en donde en esta etapa de procedimiento no está dispuesta pieza de trabajo (4) alguna de extensión plana entre el generador de láser (1) y la disposición de sensores (3), en la etapa de procedimiento precedente en el tiempo así en como los ciclos de mecanizado la amplitud de pulso de los pulsos de láser (1.1) se mantiene constante y como criterio de desconexión con resolución local por cada lugar de desprendimiento (a_1, \dots, a_n) se emplea en cada caso la consecución de cada una de las partes porcentuales predeterminada de cada una de las señales de referencia (R_a) o de una distancia predeterminada desde la señal de referencia (R_a) mediante la señal de medición (M_a).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** durante un primer ciclo de mecanizado los pulsos de láser (1.1) presentan una longitud de pulso más corta que durante el siguiente ciclo de mecanizado, de modo que la energía de los pulsos de láser (1.1) es tan reducida que no se realiza desprendimiento de material alguno.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** ya en el primer ciclo de mecanizado para algunos de los lugares de desprendimiento (a_1, \dots, a_n) se forma una señal de medición (M_a), que es de la misma magnitud que la señal de referencia (R_a) y no se aportan pulsos de láser (1.1) adicionales en los ciclos de mecanizado siguientes en estos lugares de desprendimiento (a).

4. Procedimiento según las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado por que** ya en el primer ciclo de mecanizado para algunos de los lugares de desprendimiento (a_1, \dots, a_n) se forma una señal de medición (M_a), que es de mayor magnitud que la parte porcentual predeterminada en cada caso de cada una de las señales de referencia (R_a) o su distancia con respecto a la señal de referencia (R_a) es menor que la distancia predeterminada con respecto a la señal de referencia (R_a), y no se aporta ningún pulso de láser (1.1) en los ciclos de mecanizado siguientes en estos lugares de desprendimiento (a_1, \dots, a_n).

5. Procedimiento según las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado por que** en uno de los ciclos de mecanizado para algunos de los lugares de desprendimiento (a_1, \dots, a_n) se forma una señal de medición (M_a), que es menor que la parte porcentual predeterminada en cada caso de cada una de las señales de referencia respectiva (R_a) o su distancia con respecto a la señal de referencia (R_a) es menor que la distancia predeterminada con respecto a la señal de referencia (R_a), y se aportan pulsos de láser (1.1) con una longitud de pulso más corta en los ciclos de mecanizado siguientes en estos lugares de desprendimiento (a_1, \dots, a_n) de lo que se aportan en los lugares de desprendimiento (a_1, \dots, a_n) para los que en este ciclo de mecanizado no se ha formado todavía ninguna señal de medición (M_a).

6. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la etapa de procedimiento precedente en el tiempo para el mecanizado de piezas de trabajo (4) del mismo tipo con un mismo contorno para la línea de debilitamiento se lleva a cabo solo una vez y después se emplea para la producción de la línea de debilitamiento en las piezas de trabajo adicionales (4) del mismo tipo.

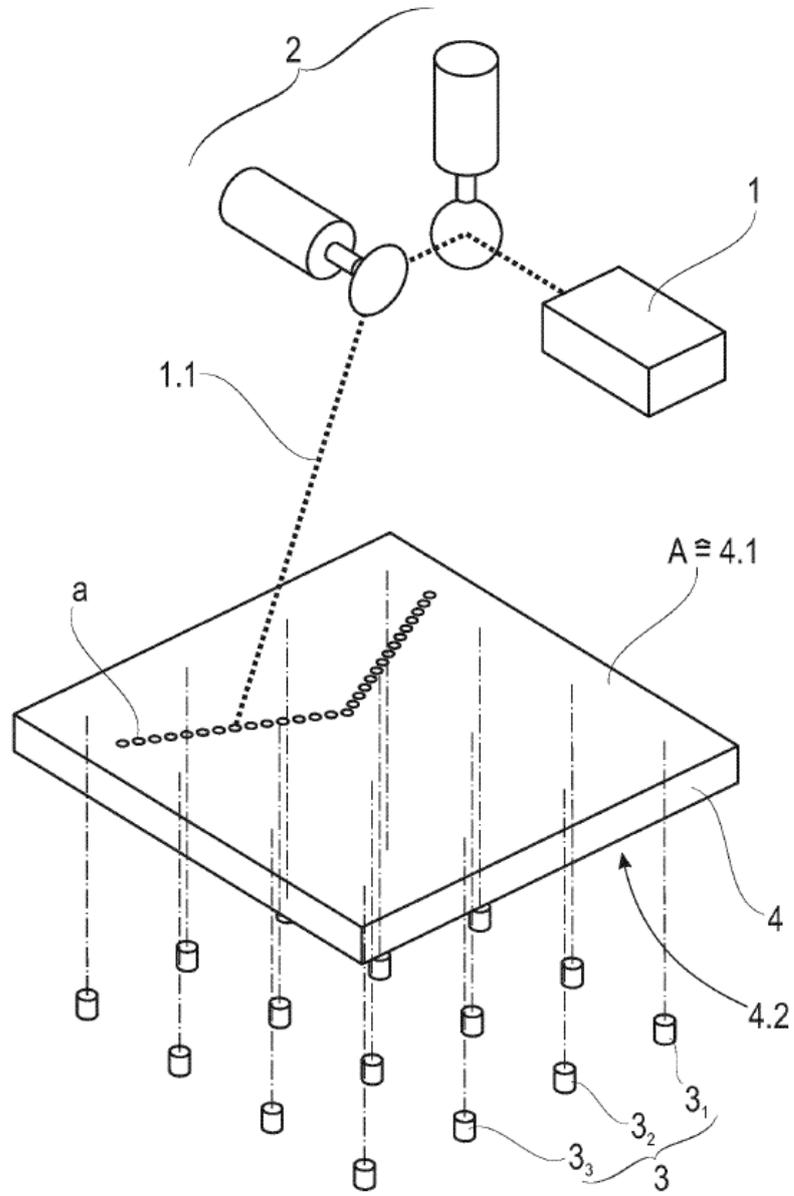


Fig. 1

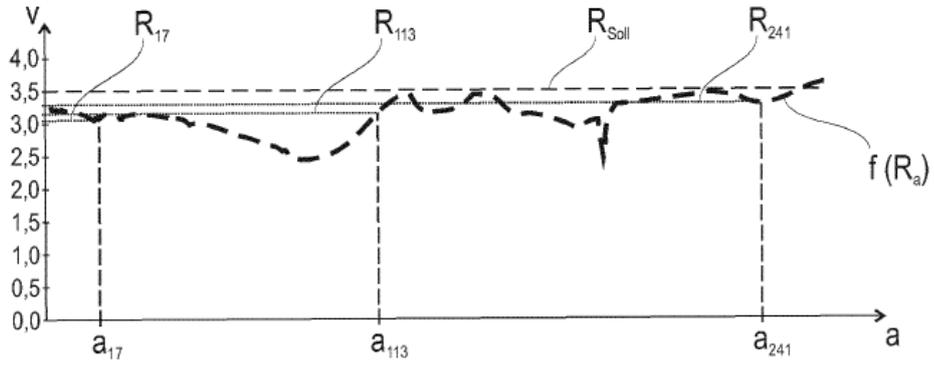


Fig. 2

Primer ciclo de mecanizado

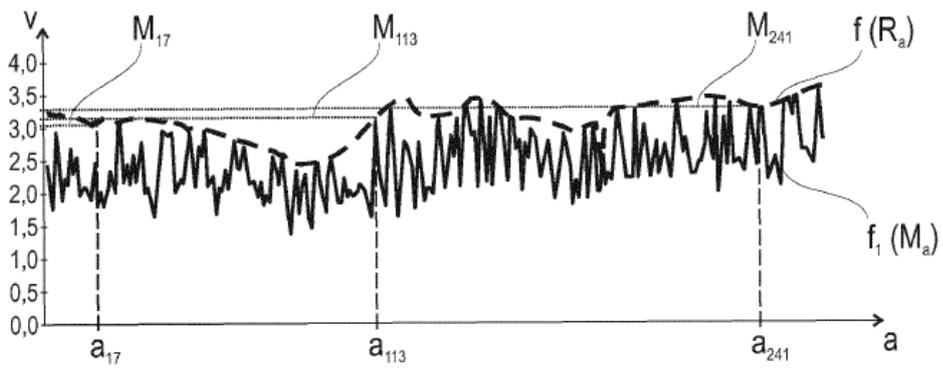


Fig. 3

Ciclo de mecanizado de orden n

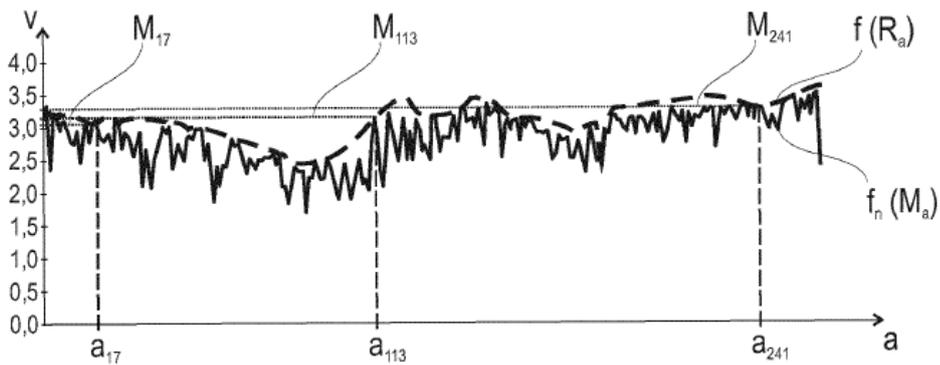


Fig. 4