



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 305 827**

51 Int. Cl.:
B23K 26/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04765572 .5**

86 Fecha de presentación : **24.09.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1667812**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **14.06.2006**

54 Título: **Procedimiento para la mecanización de una superficie tridimensional.**

30 Prioridad: **26.09.2003 DE 103 45 081**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

73 Titular/es: **PEGUFORM GmbH**
Schlossmattenstrasse 18
79268 Bötzingen, DE

72 Inventor/es: **Hess, Raul**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 305 827 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).

ES 2 305 827 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la mecanización de una superficie tridimensional.

5 La eliminación capa por capa de una capa de material desde un molde para la producción de una estructura de superficie tridimensional discrecional se ha realizado hasta ahora por medio de procedimientos de decapado químico o procedimientos galvánicos, en los que un molde positivo ha sido recubierto con una configuración deseada de la superficie con un metal, que proporciona entonces un molde negativo para la producción de la pieza moldeada deseada o de la lámina. Estas variantes del procedimiento requieren siempre un número grande de etapas del procedimiento, para
10 obtener un molde negativo solamente para una única estructura de la superficie. Esto tiene como consecuencia que con cada modificación de la estructura de la superficie, se realizan de nuevo las mismas etapas del procedimiento, lo que significa costes adicionales y gasto de tiempo considerable, para configurar estructuras superficiales con una precisión como, por ejemplo, para la representación natural de una estructura superficial, como se requiere para un graneado de cuero. Hasta ahora se han propagado sobre todo dos procedimientos, para granear de una manera económica herramientas, por una parte el graneado por decapado químico, en el que la superficie de la pieza de trabajo es enmascarada
15 de forma diferente y suelo es erosionada de forma selectiva a través de un líquido de decapado. Este procedimiento se puede aplicar con limitaciones también capa por capa y genera entonces, sin embargo, una transición muy escalonada entre crestas de graneado y valles de graneado. Además, existen dificultades en el caso de geometrías complicadas de la superficie a granear.

20 Otro procedimiento es el llamado procedimiento de galvanización. En este caso, se reviste un modelo positivo, el llamado modelo de forrado de piel, con una lámina (o piel), que presenta la estructura deseada, por ejemplo el graneado de cuero. En un procedimiento de desmoldeo, el graneado es recibido en un útil negativo, que se utiliza de nuevo para la producción de un modelo de baño (positivo). Sobre éste se aplica entonces en un baño galvánicamente una capa de metal. El útil de galvanización obtenido de esta manera debe reforzarse entonces todavía, pero también se puede aplicar solamente para determinados procedimientos para la producción de piezas, que no requieren una superficie demasiado fuerte. Se han propagado sobre todo el procedimiento Slush y el procedimiento de pulverización cutánea. Además, cada uno de estos últimos procedimientos mencionados son muy costosos de tiempo y de costes.

30 En virtud del gasto grande, que está implicado con los procedimientos conocidos a partir del estado de la técnica y empleados a escala industrial, existen principios para producir la estructura de la superficie con un medio de erosión. Un láser representa un medio de erosión que se puede utilizar de múltiples maneras. La tecnología de la eliminación de material por medio de láser se conoce a partir del documento DE3939866 A1 a partir del sector del grabado láser. La erosión de material a través de evaporación de una capa de la superficie por medio de láser se conoce a partir
35 del documento DE4209933 C2. El rayo láser es propagado y es guiado a través de espejos de desviación giratorios sobre una línea de referencia predeterminada por un ordenador. Las líneas de referencia forman un campo reticulado. El campo reticulado es recorrido varias veces por el rayo láser a lo largo de líneas de referencia desplazadas en un ángulo entre sí, siendo eliminado material a través de evaporación. A través de la variación de la dirección de las pistas del láser por medio de rotación en el plano de mecanización en un ángulo determinado se evitan sobreelevaciones sistemáticas en la capa límite. De este modo se obtiene una estructura en forma de red de las líneas reticuladas. Esta tecnología encuentra aplicación exclusivamente en superficies bidimensionales. Por medio de la tecnología publicada en la patente se consigue una erosión uniforme de material en el campo reticulado.

45 Una guía por líneas del láser en trayectorias (líneas reticulares) o bien en pistas, en el campo de mecanización respectivo del láser se publica en el documento DE10032981 A1. Las pistas se aplican por zonas sobre una pieza de trabajo móvil. Para evitar que en la zona de solape de las pistas se configure en los límites de las zonas una línea de separación nítida, que se produce a través de eliminación excesiva de material en la zona de solape, se desplazan los límites de las zonas con cada eliminación. Con otras palabras, en el caso de eliminación de una zona en forma de líneas, no se aplica el láser en el borde a lo largo de una línea, sino que se desplaza en la proximidad de esta
50 línea. El punto final de la eliminación se encuentra entonces, en efecto, en una zona distanciada de esta línea, pero esta zona distanciada es diferente de una línea a otra. Puesto que los puntos finales se distribuyen de esta manera de forma estadística en torno al valor medio de la línea, no se puede apreciar ningún defecto óptico. Este procedimiento es adecuado para la erosión de campos reticulados, que se encuentran en un plano. Pero tan pronto como los campos reticulares presentan una inclinación entre sí, se elimina a través del medio de erosión otra cantidad de material, cuando se retira el medio de erosión fuera del campo reticulado. De esta manera, debería registrarse cada punto final individual, debería determinarse la eliminación de material y debería corregirse la eliminación de material prevista para el campo reticulado adyacente en la medida del valor erróneo. Por este motivo, el procedimiento solamente se puede aplicar para superficies tridimensionales con un gasto de cálculo adicional grande.

60 De acuerdo con las enseñanzas del documento DE10116672 A1, las estructuras bastas y las estructuras finas son mecanizadas de forma diferente, siendo mecanizadas las zonas finas por medio de láser y las zonas gruesas por medio de un dispositivo de excavación. Esta tecnología es especialmente adecuada para la mecanización de superficies metálicas, que están dispuestas, por ejemplo, sobre cilindros de presión. La mecanización basta se realiza por medio de dispositivos de eliminación mecánicos.

65 Como se conoce, se pueden producir, por ejemplo, a través de eliminación de material por medio de láser también estructuras complicadas, lo que se aprovecha, por ejemplo en la micro mecanización de materiales. Ya existen también procedimientos para eliminar una superficie grande de material con el láser.

ES 2 305 827 T3

Un cometido de la invención consiste en erosionar una estructura superficial discrecional, como por ejemplo un graneado de cuero, de superficies tridimensionales configuradas de forma discrecional. El cometido de la invención consiste, por lo tanto, en desarrollar un procedimiento, que ofrece la posibilidad de proveer herramientas y modelos configurados de forma discrecional con una estructura tridimensional de la superficie, que se parece en la mayor medida posible a una estructura superficial natural u otra superficie discrecional. Una estructura superficial de este tipo es, por ejemplo, el graneado de cuero, que se caracteriza porque las crestas de graneado presentan diferentes alturas y dilataciones y la transición entre crestas de graneado y valles de graneado se extiende de una manera uniforme.

Este cometido se soluciona a través del procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que puede encontrar aplicación para diferentes tipos de materiales, se puede realizar rápidamente en comparación con uno de los procedimientos conocidos a partir del estado de la técnica y no provoca ninguna o pocas limitaciones con respecto a las geometrías a reproducir de la estructura de la superficie. Además, el procedimiento de acuerdo con la invención encuentra aplicación en diferentes combinaciones de material. Una eliminación de una o varias capas de material de una superficie tridimensional configurada de forma discrecional se realiza por con la ayuda de un medio de erosión, que actúa de forma puntual sobre una superficie, como con la ayuda de un láser, en el que se genera una estructura de la superficie sobre la superficie tridimensional, aproximándose la superficie a través de al menos una red de polígonos, estando asociado cada polígono de la red de polígonos a la zona de mecanización del láser. La superficie aproximada a través de la red de polígonos es escaneada por medio de un dispositivo de escáner. El dispositivo de escaneo, por ejemplo un escáner de galvanización, define la zona de mecanización del láser.

El modelo por ordenador tridimensional original o modelo original de la pieza de trabajo se describe por medio de una red de polígonos de malla suficientemente estrecha, que se deriva de nuevo a partir de la descripción (de ranuras) CAD de la pieza de trabajo.

A las esquinas tridimensionales de los polígonos corresponden puntos tridimensionales en uno o varios mapas de bits de textura original, con lo que los polígonos son transmitidos al espacio bidimensional del mapa de bits. El valor de las escalas de grises del mapa de bits corresponde a la erosión de la superficie necesaria en la pieza de trabajo.

A continuación se definen superficies de mecanización para las capas individuales. Los mapas de bits de las escalas de grises para los polígonos de las capas individuales resultan a partir de una proyección paralela de los polígonos y de los mapas de bits del modelo original sobre el polígono de la superficie de mecanización. La estructura de la superficie se describe, por lo tanto, por medio de al menos una imagen reticular, en la que la zona de mecanización de la superficie a mecanizar en cada caso se encuentra totalmente en la zona del foco del láser. La posición de los puntos de las esquinas de los polígonos en el espacio tridimensional corresponde a una posición de coordenadas bidimensionales sobre la superficie de las imágenes reticulares. La eliminación de material se puede realizar en varias capas, estando asociada a cada capa una red de polígonos propia. La sección parcial de cada capa a mecanizar en cada caso no tiene, en una configuración ventajosa, ninguna sección de borde en común con una de las secciones parciales mecanizadas previamente de otra capa.

El procedimiento para la erosión selectiva del molde capa por capa en la pieza de trabajo tiene la finalidad de la introducción de una estructura, por ejemplo en la forma de un graneado del cuero, en la pieza de trabajo, que se caracteriza porque las transiciones entre las crestas de graneado y los valles de graneado se extienden de la manera más uniforme posible. Por otro lado, con respecto a la topología de la pieza de trabajo, deben ser necesarias el menor número posible de limitaciones, es decir, que no se establece aquí ninguna limitación, por ejemplo, sobre las superficies cilíndrica, como en el estado de la técnica, ver por ejemplo el documento DE 101 16 672 A1.

De acuerdo con el documento DE 4209933 C2, la introducción de la estructura se realiza, por ejemplo, a través de la evaporación del material por medio de un rayo láser. Este es guiado, controlado por ordenador, a lo largo de líneas reticulares predeterminadas sobre la pieza de trabajo. En el caso de superficies grandes, la mecanización se realiza, en general, por secciones (ver también el documento DE 10032981 A1).

Las superficies y graneados discretos deben representarse de tal forma que se pueden producir con un procedimiento conocido para la eliminación de material, especialmente un procedimiento con láser. En este caso, hay que distinguir entre la descripción de la topología, es decir, de la geometría de la pieza de trabajo y el graneado, es decir, la estructuración fina deseada de la superficie, que se genera con la pieza de trabajo a través de un procedimiento de conformación.

En la industria del automóvil se emplean para la descripción de la topología las llamadas superficies de forma libre, en general NURBS (non-uniform rational B-Splines). Puesto que con una única superficie NURBS no se puede describir de una manera satisfactoria una geometría compleja, se juxtaponen varios parches NURBS. Con frecuencia, éstos se cortan (recortan) también todavía antes de la combinación, a cuyo fin se emplean curvas NURBS dispuestas sobre las superficies NURBS.

Para poder procesar esta topología con el láser, debe dividirse en zonas de mecanización. El tamaño de la zona de mecanización se selecciona de una manera ideal de tal forma que, en una posición correspondiente del escáner (lo más cerca posible perpendicularmente a la zona de mecanización) solamente se puede escanear ejerciendo una influencia sobre el espejo de galvanización). Por otro lado, debería mantenerse reducida la modificación de la distancia entre el escáner y la zona de mecanización. El objetivo en la selección del tamaño de la zona de mecanización debe ser en

ES 2 305 827 T3

cualquier caso que no se produzca ni a través de la posición angular del láser, ni a través de la modificación de la distancia entre la superficie y el escáner una modificación no deseada del espesor de la eliminación de material o bien de material eliminado por unidad de tiempo. En cada zona de mecanización hay que procurar que se encuentre en conjunto en el foco del láser.

La zona de mecanización posible en una posición determinada del escáner se puede describir cuando se emplea una lente de campo plano a través del paralelepípedo del foco. La distancia entre el escáner y el plano medio del paralelepípedo se da a través de la distancia focal de la óptica láser. La altura de la zona de mecanización, en campos máximos predeterminados del espesor de capa eliminada, se da a través de la profundidad máxima del foco (= desviación con respecto a la distancia focal) y su longitud lateral se da a través de la desviación máxima correspondiente de los espejos de galvanización en el escáner. Dentro del paralelepípedo del foco se puede aproximar la superficie de mecanización a través de un polígono, cuyas esquinas se encuentran todas sobre una superficie, que tiene exactamente de una manera ideal la distancia entre la distancia focal y la óptica láser y está perpendicularmente a la dirección del rayo láser en la posición media de los espejos de desviación. A este polígono corresponde ahora una sección de la superficie a mecanizar, que se obtiene a través de la proyección del polígono sobre la superficie NURBS y que debe estar totalmente en el paralelepípedo del foco.

Toda la topología de la superficie a mecanizar se describe de esta manera a través de una red de rejilla de polígonos coherentes de diferente tamaño y forma. En este caso, los cantos de los polígonos deben seleccionarse de una manera independiente de los bordes de los parches NURBS que describen la superficie a mecanizar, es decir, que se puede y se realiza de tal forma que uno o varios puntos del polígono se encuentran sobre un parche y uno o varios puntos del polígono se encuentran sobre el parche NURBS adyacente.

Para la descripción de la estructura fina de la superficie se asocia a cada polígono con la finalidad de la mejora de la mecanización a través del programa de control del láser una imagen reticular (mapa de bits). En este caso, el tamaño del punto de la imagen corresponde como mínimo al tamaño del diámetro del punto de luz del láser y la escala de grises (claridad) o la escala de colores (intensidad) del unto de la imagen corresponden a la profundidad de la estructura en este punto. Un punto blanco significaría, por ejemplo, que no se elimina, en general, ningún material, mientras que un punto negro significaría una eliminación máxima de material (o a la inversa).

Se puede conseguir una exactitud todavía mayor a través de una descripción del punto láser por medio de varios puntos de la imagen en el mapa de bits. El inconveniente está en la ampliación del mapa de bits y en la necesidad de memoria y en el gasto de cálculo correspondientemente mayores en la electrónica de control.

La codificación del mapa de bits corresponde en este caso al número máximo de las capas, es decir, que con 256 escalas de grises (= 8 bits) por cada punto de la imagen, se pueden representar como máximo 256 capas. Para la memorización de esta imagen reticular se conocen diferentes formatos de ordenador con algoritmos de compresión correspondientes, que tienen como consecuencia una reducción muy fuerte de la necesidad de memoria.

En el caso general, el polígono en raras ocasiones tendrá una forma cuadrada. Por lo tanto, se realiza una asociación de los puntos de esquina del polígono en el espacio tridimensional en cada caso a un punto correspondiente sobre el mapa de bits en coordenadas 2D (coordenadas de textura). Con una disposición correspondiente de los polígonos, también es posible agrupar las coordenadas de la textura de varios polígonos sobre un mapa de bits. Además, durante el cálculo y la memorización de los polígonos y de los mapas de bits correspondientes se puede predeterminar también ya una dirección angular para las trazas láser (ver el documento DE 42 09 933 C2). Las trazas láser no tiene que seguir incondicionalmente las líneas reticulares del mapa de bits, sino que se pueden emplear procedimientos de la gráfica de ordenador, que calculan los valores de la claridad para una traza láser que se extiende inclinada con respecto a las líneas reticulares, utilizando algoritmos Antialiasing (comparar una línea que se extiende diagonal sobre una pantalla de ordenador).

En el caso de la mecanización de la pieza de trabajo debe emplearse un aparato láser, en el que el escáner, en el que se encuentran los espejo de galvanización, presenta una movilidad suficiente con respecto a la pieza de trabajo para poder alcanzar una posición, que se encuentra lo más perpendicular posible con relación a cada polígono en el intervalo de la distancia focal de la óptica láser, es decir, que corresponde a aquella posición, que serviría de base en el cálculo de los polígonos.

Para el control del aparato láser en el sentido de una mecanización económica no es necesario ordenarlos polígonos en el conjunto de datos, de manera que sean inscritos por la electrónica de control en una secuencia, que tiene como consecuencia vías de desplazamiento lo más reducidas posible del escáner.

Otro cometido consiste en la evitación de líneas de separación, que se producen en la zona, en la que termina una pista láser y se inicia la siguiente (ver el documento DE10032981 A1). El peligro está especialmente en los cantos, en los que se unen dos polígonos entre sí.

Este cometido se soluciona porque se reduce la densidad de la capa hasta tal punto que la línea límite resultante es insignificamente pequeña en la altura en comparación con la altura total del graneado y, por lo tanto, no es ya visible. La adición del error de las líneas de separación en los cantos de los polígonos se evita porque a cada capa a eliminar se asocia una red de polígonos tridimensional independiente propia. Este red se puede seleccionar de una

ES 2 305 827 T3

manera totalmente libre, teniendo en cuenta las especificaciones mencionadas anteriormente. Además, debe procurarse que los bordes de los polígonos se intersecten, en efecto, pero no deben superponerse en ningún caso. De lo contrario, se suman los errores de las líneas de separación. Esto significa, considerando un punto discrecional sobre la superficie a mecanizar de la pieza de trabajo y una eliminación de material en n capas, que este punto “pertenece” a n polígonos diferentes de n redes de polígonos diferentes.

Estos polígonos o bien se pueden dividir en un mapa de bits de textura o, en cambio, se pueden distribuir sobre más de un hasta máximo n mapas de bits.

Con respecto a los mapas de bits de textura correspondientes debe tenerse en cuenta que en caso de presencia de varios mapas de bits, se distribuye la eliminación de la capa correspondiente sobre los mapas de bits individuales. Es decir, que la eliminación definitiva de material en un punto determinado se obtiene a partir de una adición de los valores de grises individuales del mapa de bits de textura en este punto.

Si el error de las líneas de separación debe reducirse todavía más, se puede aplicar un procedimiento de acuerdo con el documento DE10032981 A, en el que se forma una zona de solape entre las secciones de mecanización, en la que las trazas de mecanización del láser se encajan en las entradas, y los puntos de transición están distribuidos estadísticamente.

La figura 1 muestra una representación esquemática del ciclo del procedimiento.

En la figura única se representa de forma esquemática el ciclo del procedimiento. El procedimiento para la eliminación de varias capas de material desde una pieza de trabajo (15) con una superficie (1) tridimensional configurada de forma discrecional se realiza a través de un medio de erosión (9) que actúa de forma puntual sobre una superficie, como un láser, con el que se genera una estructura superficial (2) sobre una superficie tridimensional (1). Sobre la superficie se definen zonas de mecanización (10), en las que una zona de mecanización (10) de este tipo está determinada por la zona del foco (11) del medio de erosión. La superficie (1) es aproximada a través de redes de polígonos (18) colocadas superpuestas, en las que cada polígono (19) de la red de polígonos (18) está asociada a la zona de mecanización (10) del medio de erosión (9).

La estructura superficial (2) se describe por medio de al menos una mapa de bits de escalas de grises (14). El mapa de bits de escalas de grises (14) comprende puntos de imagen de diferentes escalas de grises (12) o de diferentes escalas de color. La claridad de la escala de grises (12), que corresponde a cada punto de la imagen del mapa de bits de escalas de grises (14), o la intensidad de la escala de color o el valor recíproco del color, como por ejemplo una longitud de onda en el caso de utilización de mapas de bits de varios colores, determina la profundidad de la eliminación del material.

La eliminación del material se realiza en el número de capas (7), que corresponden al valor de la escala de grises (12). A cada capa (7) está asociada una red de polígonos (18) propia. El polígono (19) de cada capa a mecanizar en cada caso no tiene ninguna sección marginal en común con uno de los polígonos mecanizados anteriormente, con lo que se pueden evitar efectos marginales, que pueden ser visibles a través de la aplicación y la retirada del medio de erosión sobre la superficie.

Para la realización del procedimiento se genera un modelo de ordenador (16) tridimensional original de la pieza de trabajo (15), que se describe por medio de una red de polígonos original (17). A las esquinas tridimensionales de los polígonos de la red de polígonos original (17) corresponden puntos bidimensionales en uno o varios mapas de bits de textura original. Los polígonos son transmitidos al espacio bidimensional de los mapas de bits de textura original (3), en el que el valor de las escalas de grises (5) de un punto de la imagen (4) corresponde al mapa de bits de textura original (3) de la eliminación necesaria de material en la pieza de trabajo (15) y las zonas de mecanización (10) comprenden capas (7) individuales. La suma de las zonas de mecanización (10) dan como resultado la superficie (1) y la suma de las capas (7) da como resultado la estructura de la superficie (2) de la pieza de trabajo (15). Cada capa (7) se puede describir por medio de una red de polígonos (18), en la que las redes de polígonos superpuestas están dispuestas desplazadas entre sí. La estructura de la superficie (2) de la pieza de trabajo (15) se aproxima a través de redes de polígonos (18) superpuestas, colocadas desplazadas entre sí. A cada polígono (19) de la red de polígonos (18) se asocia dentro de la zona de mecanización (10) un mapa de bits de escalas de grises (14) desde una proyección paralela del mapa de bits de textura original (3) sobre el polígono (19) dentro de la zona de mecanización (10), de manera que la eliminación de material se puede realizar a través del medio de erosión (9) en cada capa de acuerdo con los valores de los mapas de bits de escalas de grises (14). El valor de la distancia (6) entre dos capas (7) corresponde, por lo tanto, a la diferencia de la claridad entre dos escalas de grises (12) adyacentes.

El modelo original es derivado a partir de la descripción de la pieza de trabajo a través de superficies (de ranuras) CAD, que dan como resultado la red de polígonos original (17).

Los valores de claridad de las escalas de grises (12) de los mapas de bits de las escalas de grises (14) son recalculados antes y durante la mecanización de la superficie (1) de la pieza de trabajo (15) sobre el mapa de bits de textura original (3). En lugar de valores de claridad de escalas de grises (12) se pueden utilizar también escalas de colores o colores del espectro de colores.

ES 2 305 827 T3

Lista de signos de referencia

	1	Superficie
5	2	Textura = estructura de la superficie
	3	Superficie parcial = mapa de bits de la textura original
	4	Punto de la imagen
10	5	Escala de grises
	6	Valor de distancia
15	7	Capa
	8	Libre
	9	Medio de erosión
20	10	Zona de mecanización
	11	Zona del foco
25	12	Escala de grises
	13	Libre
	14	Imagen reticular = mapa de bits de la escala de grises
30	15	Pieza de trabajo
	16	Modelo de ordenador 3d origina
35	17	Red original de polígonos
	18	Red de polígonos de una capa
40	19	Polígono de la red de polígonos 18
45		
50		
55		
60		
65		

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la eliminación de material capa por capa de una pieza de trabajo (15) con una superficie tridimensional (1) configurada de forma discrecional con la ayuda de un medio de erosión (9), que actúa de forma puntual sobre una superficie, como un láser, por medio del cual se genera una estructura superficial (2) sobre la superficie tridimensional (1), en el que sobre la superficie (1) se definen zonas de mecanización (10) y se determina una zona de mecanización (10) de este tipo a través de la zona de foco (11) del medio de erosión, **caracterizado** porque la superficie (1) es aproximada a través de redes de polígonos (18) colocadas superpuestas, en el que cada polígono (19) de la red de polígonos (18) está asociado a la zona de mecanización (10) del medio de erosión (9).

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la estructura superficial (2) se describe por medio de al menos un mapa de bits de la escala de grises (14).

15 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque el mapa de bits de la escala de grises (14) comprende puntos de la imagen de diferentes escalas de grises (12) o de diferentes escalas de colores.

20 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque la claridad de la escala de grises (12), que corresponde a cada punto de la imagen del mapa de bits de la escala de grises (14) o la intensidad de la escala de colores determina la profundidad de la erosión del material.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque la eliminación de material se realiza en el número de capas (7), que corresponden al valor de la escala de grises (12).

25 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque a cada capa (7) está asociada una red de polígonos (18) propia.

30 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque el polígono (19) de cada capa (7) a mecanizar en cada caso no tiene en común ninguna sección marginal con uno de los polígonos mecanizados anteriormente.

35 8. Procedimiento para la eliminación de material de varias capas desde una superficie tridimensional configurada de forma discrecional de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se genera un modelo por ordenador (16) tridimensional original de la pieza de trabajo (15), que se describe por medio de una red original de polígonos (17), en el que a las esquinas tridimensionales de los polígonos de la red original de polígonos (17) corresponden puntos bidimensionales en uno o varios mapas de bits de textura original (3), en el que los polígonos son transmitidos al espacio bidimensional de los mapas de bits de textura original (3), en el que el valor de la escala de grises (5) de un punto de la imagen (4) corresponde al mapa de bits de la textura original (3) de la eliminación de material necesaria en la pieza de trabajo (15) y las zonas de mecanización (10) comprenden capas (7) individuales, en el que la suma de las zonas de mecanización (10) dan como resultado la superficie (1) y la suma de las capas (7) dan como resultado la estructura de la superficie (2) de la pieza de trabajo (15), y cada capa (7) se puede describir por medio de una red de polígonos (18), y la estructura de la superficie (2) de la pieza de trabajo (15) es aproximada a través de redes de polígonos (18) superpuestas, dispuestas desplazadas unas con respecto a las otras, en el que a cada polígono (19) de la red de polígonos (18) se asocia dentro de la zona de mecanización (10) un mapa de bits de la escala de grises (14) desde una proyección en paralelo del mapa de bits de la textura original (3) sobre el polígono (19) dentro de la zona de mecanización (10), de manera que la eliminación de material se puede realizar con la ayuda del medio de erosión (9) en cada capa (7) de acuerdo con los valores de los mapas de bits de la escala de grises (14).

45 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque el modelo original se deriva a partir de la descripción de la pieza de trabajo a través de superficies (de ranuras) CAD, que dan como resultado la red original de polígonos (17).

50 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque los valores de claridad de las escalas de grises (12) de los mapas de bits de las escalas de grises (14) son re-calculados antes o durante la mecanización de la superficie (1) de la pieza de trabajo (15) sobre el mapa de bits de la textura original (3).

60

65

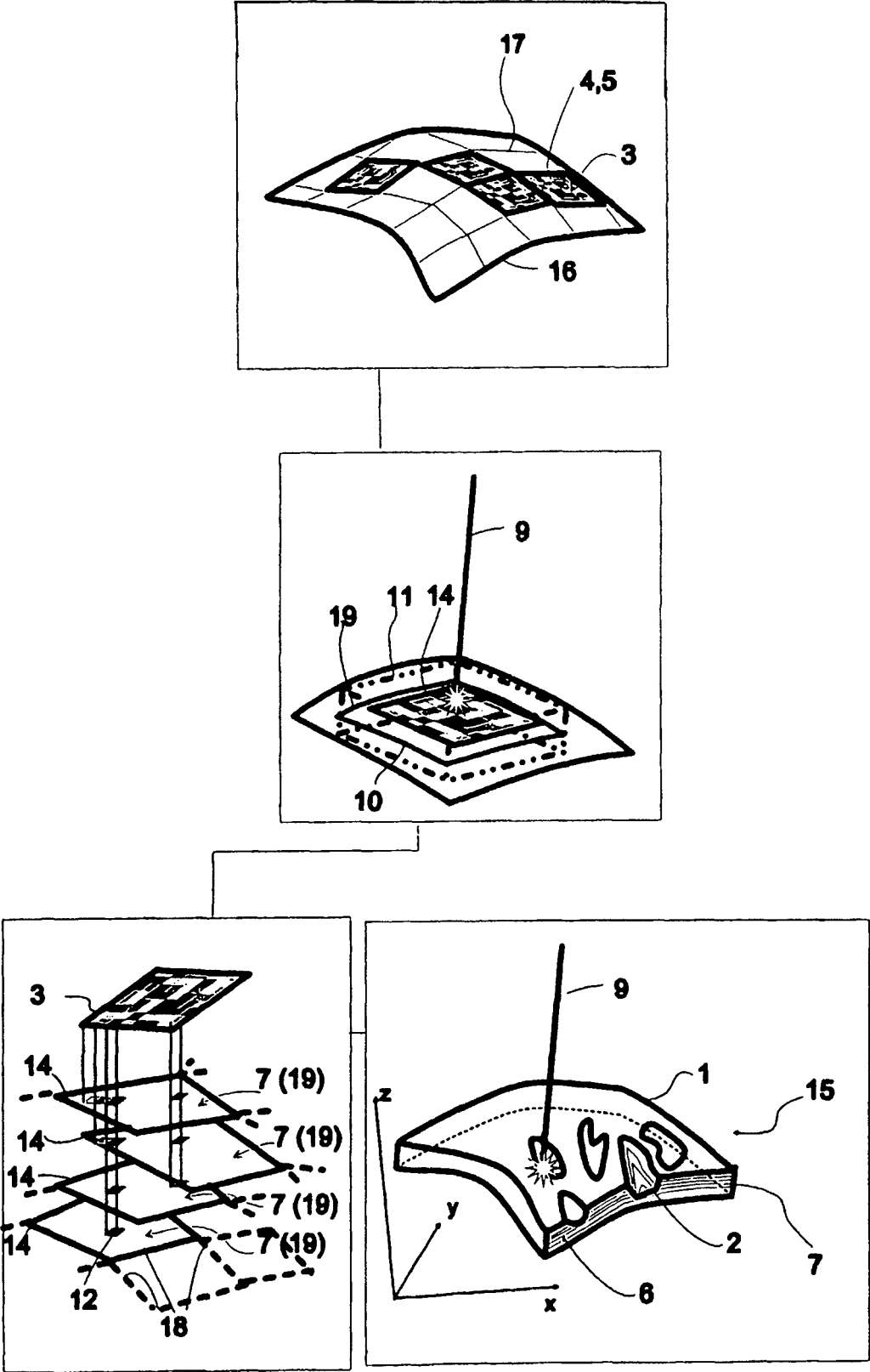


Fig. 1