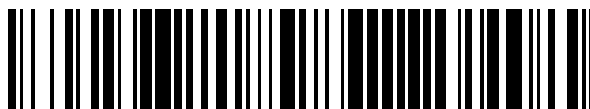


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 882 097**

51 Int. Cl.:

B33Y 50/02 (2015.01)

B29C 64/393 (2007.01)

B29C 64/118 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.02.2018** **PCT/DE2018/100123**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.09.2018** **WO18161994**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2018** **E 18707234 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.04.2021** **EP 3592561**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación aditiva de un objeto tridimensional**

30 Prioridad:

07.03.2017 DE 102017104738

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

01.12.2021

73 Titular/es:

FREED PRINTING GMBH (100.0%)
Carlo-Schmid-Allee 3
44263 Dortmund, DE

72 Inventor/es:

RIEGER, MICHAEL;
JOHNEN, BENJAMIN y
KUHLENKÖTTER, BERND

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 882 097 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 la fabricación aditiva de un objeto tridimensional

La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación aditiva de un objeto tridimensional según las características de la reivindicación 1.

5 Los procedimientos de fabricación aditiva actuales por norma general construyen las geometrías a fabricar en capas horizontales, planas y paralelas. El tipo de construcción del modelo estratificado de los sistemas disponibles en el mercado está relacionado con la limitación cinemática de las cinemáticas de movimiento que guían el cabezal de procedimiento aditivo que implementa la construcción del objeto elemento por elemento o capa por capa. En el caso del procedimiento de fabricación aditiva *Fused-Layer Manufacturing*, un material de partida que se ha convertido en un estado líquido o pastoso se dispensa a través de una boquilla como parte del cabezal de procedimiento. El material de partida se solidifica después de la extrusión desde la boquilla. La cinemática de movimiento por norma general está equipada con tres ejes de movimiento lineal, la denominada cinemática de portal lineal, que impide que el cabezal de procedimiento pueda orientarse en el procedimiento. Con estos tres grados de libertad, solo es posible colocar el cabezal de procedimiento en las tres direcciones espaciales durante el procedimiento, pero no orientarlo. Solo dos de los tres ejes de movimiento que abarcan un plano horizontal están diseñados para un control de trayectoria continuo y sincrónico. Además, los procedimientos de descomposición geométrica y planificación de la trayectoria para planificar la trayectoria de movimiento del cabezal de procedimiento y para controlar los ejes de movimiento están adaptados y diseñados para esta cinemática. Las estrategias de descomposición geométrica conocidas se centran en la generación de la descomposición de capa simple o patrón de estructura de capa descrito, donde la gestión del cabezal de procedimiento se puede planificar e implementar fácilmente con cinemática de portal lineal como parte de un procedimiento de fabricación aditiva.

En el caso de las transiciones, por ejemplo, a través de agujeros o proyecciones, las estrategias de descomposición geométrica conocidas alcanzan sus límites si no se van a utilizar estructuras de soporte. La publicación «Automatic multi-direction slicing algorithms for wire based additive manufacturing» de Ding D. y col. en *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 37 (2016) 139-150 describe una estrategia de descomposición geométrica que tiene en cuenta muchas direcciones y se puede usar de manera en particular ventajosa en geometrías con muchos agujeros.

La invención tiene como objetivo mostrar un procedimiento para la fabricación aditiva de un objeto tridimensional mediante capas individuales formadas libremente, donde cuya estructura y disposición permite modelar el componente sin estructuras de soporte.

Este objeto se consigue a través de un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

Los desarrollos ventajosos de la invención es el objeto de la publicación para información de solicitud de patente.

El procedimiento según la invención para la fabricación aditiva de un objeto tridimensional prevé inicialmente la provisión de un modelo digital del componente a modelar. El modelo digital puede ser tanto un modelo de vóxel discretizado como un modelo paramétrico, que, si es necesario, se puede discretizar por secciones. Se definen al menos una superficie de inicio o varias superficies de inicio en una superficie del modelo digital. Una superficie de inicio es el punto de partida donde se subdivide el modelo en capas. Las capas se acumulan una tras otra para formar el objeto tridimensional.

El procedimiento según la invención se caracteriza porque la posición y disposición de las capas se calculan a través de la determinación de un campo de distancia. La distancia más corta a la superficie de inicio más cercana dentro del volumen del modelo se asigna a cada punto del volumen del modelo. Luego se determinan varias superficies que se construyen una sobre otra, donde todos los puntos de las respectivas superficies están a la misma distancia de la superficie de inicio más cercana. Las superficies con dicha misma distancia a la superficie de inicio más cercana se denominan isosuperficies. Cada isosuperficie tiene una distancia constante a la isosuperficie anterior y, en el caso de la primera isosuperficie, a la superficie de inicio. En el contexto de la invención, las capas del procedimiento de fabricación aditiva se forman a partir de las isosuperficies. En función de un parámetro seleccionado, se pueden combinar varias isosuperficies en una capa.

La forma y la distribución de las isosuperficies y capas se adaptan a la forma del modelo digital, donde los valores de distancia de las isosuperficies definen una secuencia, comenzando con los valores de distancia más bajos en orden ascendente, y la secuencia de las capas para la estructura aditiva se deriva de esto.

Se determina una orientación del cabezal de procedimiento para cada punto discreto de una isosuperficie o capa definida por un campo de distancia. La orientación se asigna calculando la normal de la superficie del corte o calculando los vectores de gradiente del campo de distancia que muestran la dirección del aumento más pronunciado en las distancias para el punto discreto.

La invención se basa en la idea básica de que la geometría del componente se divide en isosuperficies o capas tridimensionales de forma libre, de modo que se puede prescindir de estructuras de soporte en la implementación de la formación secuencial de capas para modelar el componente. Al derivar trayectorias de movimiento para cinemáticas

de movimiento de 5 ejes o de varios ejes, se puede crear un sólido mediante procedimientos de fabricación aditiva, cuyos cabezales de procedimiento son adecuados para guiarse con dicha cinemática y los cuales permiten la consolidación local. La planificación de la ruta para la implementación de las capas de forma libre se puede llevar a cabo utilizando procedimientos establecidos para implementar patrones de ruta convencionales para estructuras de relleno internas y envoltentes externas.

El procedimiento según la invención y la metodología para la descomposición geométrica, así como la planificación de la trayectoria, permiten construir una amplia gama de componentes sin estructuras de soporte. Esto tiene las ventajas principales siguientes:

Evitar la necesidad de estructuras de soporte reduce el tiempo de producción para la fabricación de componentes fabricados de manera aditiva, ya que las estructuras de soporte ni siquiera tienen que fabricarse. Además, ya no es necesaria la lenta retirada de las estructuras de soporte. Además, no es necesario utilizar recursos para las estructuras de soporte ni equipos de producción necesarios para su fabricación y eliminación.

Además, se pueden producir componentes con cavidades cerradas de los que, en otros procedimientos, según el procedimiento y los materiales utilizados, no se pueden retirar materiales de soporte.

El procedimiento según la invención permite un cálculo automático de un desglose de la geometría a partir del cual se pueden generar trayectorias de movimiento para guiar un cabezal de procedimiento en el caso de una superficie de impresión no plana. Además del volumen del componente a producir, las superficies del componente a las que se va a realizar la aplicación pueden en principio también formarse libremente en el procedimiento según la invención y asumir una posición libre en el espacio.

El procedimiento según la invención para la descomposición geométrica y la generación de la ruta del procedimiento se puede aplicar a varios procedimientos de fabricación aditiva que se basan en un elemento o estructura de modelo en capas, como, por ejemplo, la fabricación en capas fundidas. Los procedimientos de fabricación aditiva combinados con el procedimiento se pueden utilizar, entre otras cosas, para fabricar prototipos, productos en serie y herramientas (prototipado rápido, fabricación rápida y utillaje rápido).

En particular, es adecuado para su uso en productos que requieran una gran cantidad de estructuras de soporte en aplicaciones convencionales. Además, es posible agregar volúmenes de material a los objetos existentes a través de la orientación arbitraria del cabezal de procedimiento. Por consiguiente, el procedimiento según la invención también es adecuado para la reparación de componentes a los que deban añadirse los volúmenes de reparación correspondientes. Estos objetos también pueden asumir una posición variable y tener forma libre.

En un perfeccionamiento de la invención, si existe riesgo de colisiones con el cabezal de proceso o la cinemática del movimiento, la dirección de sus vectores de orientación se puede modificar para ciertos puntos discretos determinando los vértices en los que los vectores de orientación de los puntos discretos adyacentes determinados hasta ahora se apuntan entre sí. Si los vectores de orientación se apuntan entre sí, esto significa que si la distancia entre las isosuperficies disminuye, en algún momento no habrá suficiente espacio para el cabezal de procedimiento. Las direcciones de los vectores de orientación de los puntos discretos se rotan con respecto a los vértices, donde se selecciona la parte de la reorientación en función de la distancia al vértice respectivo. La proporción de reorientación disminuye al aumentar la distancia desde el vértice.

En un perfeccionamiento de la invención, para evitar una colisión de un cabezal de procedimiento utilizado para la fabricación aditiva con un volumen de componente ya modelado, la formación de la capa deberá adaptarse comprobando si existen vectores de orientación opuestos, por lo que no solo los puntos discretos sino también las capas se juntan y se formaría una superficie de impacto.

Si está presente la superficie de impacto, el campo de distancia se modifica localmente independientemente de la función de distancia. Para ello, se determina una superficie auxiliar dispuesta ortogonalmente a la superficie de impacto, que atraviesa un borde de un cuerpo envolvente que rodea el modelo digital de la superficie de impacto. La normal de la superficie auxiliar determina una dirección de construcción. Se determina un volumen del contorno de interferencia en particular cónico del cabezal de procedimiento y se coloca en la zona de la superficie de impacto en la dirección de construcción y se cruza con el volumen del modelo adyacente a la superficie de impacto. Con el volumen de corte resultante, denominado volumen de reemplazo, solo se tienen en cuenta los puntos con valores de distancia menores o iguales al valor de distancia de la superficie de impacto. En el volumen de reemplazo, los valores de distancia se incrementan secuencialmente en la dirección de construcción, comenzando con el valor de distancia de la superficie de impacto.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, se comprueba la aplicabilidad de la elección de una superficie auxiliar y la dirección de construcción en una comprobación de colisión por separado. Si se detecta una colisión, se selecciona otro borde del cuerpo envolvente para determinar la superficie auxiliar y la dirección de construcción.

En un perfeccionamiento del procedimiento, se lleva a cabo una comprobación para determinar si, en la dirección de construcción, inmediatamente adyacentes a dicho volumen de reemplazo, se disponen volúmenes con valores de distancia menores que los de la superficie de impacto. En este caso, el volumen del contorno de interferencia se coloca

en la zona de estos volúmenes en la dirección de construcción y se cruza con el volumen del modelo, de nuevo con valores de distancia menores que los de la superficie de impacto. Esto se continúa hasta que no se generen más volúmenes de corte nuevos. En la combinación de estos volúmenes de corte adicionales, los valores de distancia se reemplazan en la dirección de construcción, comenzando con el valor de distancia aumentado en 1 del valor de distancia más alto del volumen de reemplazo y aumentado secuencialmente.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, todos los valores de distancia, fuera del volumen de reemplazo considerado previamente y los demás volúmenes de corte identificados, con un valor de distancia mayor o igual al valor de distancia de la superficie de impacto, se incrementan en un valor que es 1 mayor que el número de isosuperficies cambiadas en el volumen de reemplazo y en los volúmenes de corte adicionales debido al cambio en los valores de distancia.

La asignación de los valores de distancia da como resultado una secuencia de isosuperficies o capas que se pueden producir mediante el procedimiento de fabricación aditiva. Esta asignación de las capas o la adaptación de las isosuperficies se realiza automáticamente mediante el procedimiento según la invención, de modo que, por ejemplo, los voladizos sobre aberturas en un volumen pueden cerrarse automáticamente.

En principio, el procedimiento es independiente de la definición de la función de distancia. La función de distancia para determinar un campo de distancia se puede calcular utilizando la distancia mínima entre dos puntos dentro del volumen del modelo digital. En el caso de elementos de volumen discretos en forma de vóxeles, la distancia 1 se asigna a los vóxeles directamente adyacentes o un subconjunto de los vóxeles directamente adyacentes. Las distancias a otros vóxeles se calculan a partir de la suma mínima de las distancias de los vóxeles adyacentes respectivamente entre los vóxeles considerados. Por ejemplo, el valor de distancia 1 se puede asignar a todos los vóxeles adyacentes con una superficie común. Alternativamente, el valor de distancia 1 se puede asignar a todos los vóxeles adyacentes con un punto de esquina común.

El procedimiento según la invención se explica con más detalle a continuación utilizando el ejemplo de una representación discretizada de volumen y superficie basada en los ejemplos de realización mostrados en los dibujos esquemáticos. En principio, sin embargo, también se puede utilizar para superficies y volúmenes paramétricos no discretizados, como en la figura 2.

La figura 1 muestra el resultado de un desglose de la geometría y la definición de la secuencia de capas. El cuerpo volumétrico en forma de T tiene una capa inicial S1 con el valor de distancia $D = 1$ sobre una superficie inicial SF1. Las siguientes capas son capas igualmente espaciadas. Cada uno de ellos tiene valores de distancia D aumentados en 1, de modo que las capas se construyen unas sobre otras. Las capas que siguen a la capa inicial S1 se nombran a continuación sobre la base de su valor de distancia D . Con la 8.^a capa, vista en la dirección de construcción AR, hay un voladizo lateral en comparación con la 7.^a capa. El voladizo por 1 vóxel o elemento de volumen aún puede ser posible sin soporte desde abajo en función del procedimiento de fabricación aditiva y los materiales utilizados. Por lo general, sería necesaria una estructura de soporte para la siguiente capa, indicada por el valor de distancia 9. En el procedimiento según la invención, sin embargo, esto no es necesario porque la capa etiquetada con 9 se adecua a la forma de la capa etiquetada con 8, es decir se adapta, y se puede producir sin ayuda por la desviación en la zona de la esquina. Esto es posible reorientando el cabezal de procedimiento o adaptando los vectores de orientación. Se crea un voladizo que se maneja sin una estructura de soporte aplicando la capa actualmente a imprimir a la capa anterior respectiva adaptando los vectores de orientación del cabezal de procedimiento. Por tanto, la capa anterior solo forma el sustrato de impresión, no ninguna estructura de soporte. No se requiere una estructura de soporte a pesar del voladizo en ambos lados.

Las figuras 2 a 4 muestran distintas posibilidades de la estructura de capas con distintas funciones de distancia en una representación bidimensional. La figura 2 muestra isosuperficies o capas de una función de distancia continua como la distancia mínima dentro del volumen del componente.

La figura 3 muestra un volumen componente discretizado en vóxeles, con una función de distancia donde el valor de distancia 1 se asigna a todos los vóxeles adyacentes con una superficie común (en la representación bidimensional esto corresponde a un borde común).

La figura 4 muestra un volumen de componente discretizado en vóxeles, con una función de distancia donde el valor de distancia 1 se asigna a todos los vóxeles adyacentes con un punto de esquina común.

El número de isosuperficies utilizadas para construir el modelo resulta de un parámetro que indica el número de etapas en las que se discretiza el campo de distancia. El número de isosuperficies a partir de las cuales se generan las capas se determina mediante un parámetro de resolución (cuantificación de las isosuperficies). La forma y distribución de las isosuperficies o capas se adapta a la forma de cualquier componente. La secuencia de las isosuperficies o capas para construir el modelo a través del procedimiento de fabricación aditiva resulta automáticamente de los valores de distancia de las isosuperficies o capas, comenzando con el valor de distancia más pequeño en orden ascendente.

Las figuras 5 y 6 muestran una representación ejemplar para la modificación de los vectores de orientación del cabezal de procedimiento. En la figura 5 se puede ver que los vectores de orientación OV1, OV2 de vóxeles individuales se apuntan entre sí. En el procedimiento según la invención, se determinan los vértices SP para los que esto se aplica a

puntos discretos adyacentes. Los vértices se pueden calcular utilizando el producto escalar de los dos vectores de dirección. La figura 6 muestra que las direcciones de los vectores de orientación OV1, OV2 de los puntos discretos se rotan con respecto a los vértices SP, donde la parte de la reorientación se selecciona en función de la distancia D1 al vértice respectivo SP y la dirección de la orientación se puede definir a través de parámetros adicionales. La proporción de reorientación disminuye al aumentar la distancia D1.

En función de la geometría del componente, el procedimiento de descomposición geométrica puede dar como resultado una división en capas que ya no se puedan implementar debido a las colisiones de un cabezal de procedimiento con capas creadas previamente. Esto puede ocurrir esencialmente en el caso de componentes con agujeros, cavidades o varias superficies de inicio.

La figura 7 muestra un ejemplo de un cuboide con un agujero pasante. Para las capas sobre el pasaje, es decir, encima del agujero, las normales de las capas simbolizadas por flechas se apuntan entre sí, en la dirección de la geometría opuesta. Si la orientación del cabezal de procedimiento está alineada con la normal de las capas, hay una colisión del cabezal de procedimiento con las capas de componentes modeladas previamente en el procedimiento de modelado. Para evitar tales situaciones, deberá adaptarse el campo de distancia.

Todos los puntos cuyos puntos adyacentes presentan vectores opuestos del campo vectorial forman la superficie de impacto (AF) (figura 8). La capa central superior, que es vertical en el plano de la imagen, es una superficie de impacto, como resultado de dos capas que convergen entre sí. En función de la geometría del componente, los puntos de esta capa forman una superficie o una línea.

La figura 9 muestra la superficie resultante para el ejemplo del cuboide con un agujero pasante. La figura 10 muestra la línea resultante para el caso especial del componente con una cavidad cerrada simétricamente. El caso de la línea puede verse como un caso especial de la superficie donde la extensión de la superficie en una dirección es 0 (o exactamente 1 vóxel). A continuación, se describe el procedimiento para la superficie y esta superficie se denomina superficie de impacto AF.

Primero, se determina una dirección de construcción A para la superficie de impacto AF, que se deriva de una superficie auxiliar HF, que es ortogonal a la superficie de impacto y atraviesa un borde de la envolvente convexa o el cuerpo envolvente H alineado axialmente (cajas limítrofes alineadas con el eje) de la superficie de impacto. La dirección de construcción A se corresponde entonces con la normal de la superficie auxiliar HF. En primer lugar, se selecciona cualquier borde, por ejemplo, aleatoriamente o en función de un parámetro que defina una dirección preferida. Posteriormente se realiza una comprobación de colisión entre el volumen definido del cabezal de procedimiento como volumen del contorno de interferencia con aquellas capas que tengan un valor de distancia D menor o igual que el de la superficie de impacto AF.

La figura 11 muestra un ejemplo de la representación de vóxel bidimensional de la superficie de impacto AF con un cuerpo envolvente alineado axialmente y una dirección de construcción A considerada actualmente. La dirección de construcción A dentro del cuerpo envolvente apunta hacia arriba en el plano de la imagen.

En la etapa siguiente, se determina un volumen alrededor de la superficie de impacto AF en función del volumen del contorno de interferencia definible SV del cabezal de procedimiento y la dirección de construcción A seleccionada. En este ejemplo de realización, el volumen del contorno de interferencia SV está representado por un cono con un ángulo de apertura a definir. El volumen resultante se calcula combinando estos conos, alineados en la dirección de la construcción A, colocados en todos los puntos de la superficie de impacto AF, intersectados con el volumen de todos los vóxeles con una distancia menor que el valor de distancia de la superficie de impacto AF.

La figura 12 muestra el volumen del contorno de interferencia SV del cabezal de procedimiento como un cono y la figura 13 muestra el volumen de corte resultante del cono, el llamado volumen de reemplazo EV, con un desplazamiento a lo largo de la superficie de impacto AF.

Los valores de distancia D dentro del volumen de reemplazo ahora se reemplazan en la dirección de construcción A. Comenzando con el valor de distancia anterior de la superficie de impacto AF, este se incrementa paso a paso (por vóxel). Esto es comparable a cortar en capas planas en la dirección de construcción A. La figura 14 muestra el estado anterior y la figura 15 el estado posterior mediante un ejemplo en una representación bidimensional en la dirección de visión de un borde de la superficie de impacto AF. En la figura 14 se muestran en negrita los valores de distancia D de la superficie de impacto. En la figura 15 se muestran en negrita los valores de distancia adaptados D de los vóxeles del volumen de reemplazo EV. La figura 16 muestra la vista desde el punto de vista de la superficie de impacto para el ejemplo de la figura 11.

En este ejemplo de realización, después de esta adaptación en la dirección de construcción, inmediatamente adyacentes al volumen de reemplazo, hay volúmenes con vóxeles con un valor de distancia D menor que el valor de distancia D más bajo de la superficie de impacto (ver figura 15).

El volumen del contorno de interferencia SV se coloca en la zona de estos volúmenes en la dirección de construcción A y se corta con el volumen del modelo con valores de distancia menores que los de la superficie de impacto AF, que se continúa hasta que no se generen nuevos volúmenes de corte. Como se muestra en la figura 17, cuando estos

volúmenes de corte adicionales se combinan en la dirección de la construcción A, los valores de distancia D que comienzan con el valor de distancia D aumentado en 1 del valor de distancia más alto D del volumen de reemplazo EV se reemplazan y aumentan secuencialmente.

- 5 En particular, se puede realizar una verificación de colisión con las capas previamente modeladas del volumen del componente (capas que presentan un valor de distancia menor o igual que el valor de distancia de la superficie de impacto considerada) con el cabezal de procedimiento (y posiblemente la cinemática que conduce a estas). La comprobación de colisión se lleva a cabo para todos los puntos del volumen de reemplazo calculado y los otros volúmenes calculados en los que se hayan cambiado los valores de distancia con la cuadrícula de exploración elegida.
- 10 Si no se encuentra ninguna colisión, la dirección de construcción A seleccionada permanece; de lo contrario, se elige un borde distinto del cuerpo envolvente y, por lo tanto, una dirección de construcción A distinta y se comprueba si hay colisiones utilizando las etapas de cálculo descritas.

- Finalmente, todos los valores de distancia D de los vóxeles con valores de distancia previamente no modificados y un valor mayor o igual al valor de distancia de la superficie de impacto se incrementan en un valor que es 1 mayor que el número de isosuperficies cambiadas en el volumen de reemplazo y en los volúmenes de corte a través del cambio de
- 15 los valores de distancia (Figura 18).

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la fabricación aditiva de un objeto tridimensional, en donde se proporciona un modelo digital del objeto tridimensional, en donde al menos una superficie de inicio (SF1, SF2) se define en una superficie del modelo digital y comenzando en esta al menos una superficie de inicio (SF1, SF2) se produce una subdivisión estratificada del modelo, en donde las capas (S1...Sn) se acumulan sucesivamente de manera aditiva al objeto tridimensional, caracterizado por que para determinar la posición y disposición de las capas (S1...Sn) se calcula al menos un campo de distancia, que relaciona la distancia más corta a la superficie de inicio más cercana (SF1, SF2) con cada punto del volumen del modelo digital según una función de distancia a definir, en donde las capas (S1...Sn) se determinan cada una a partir de al menos una isosuperficie, en donde los puntos de una isosuperficie presentan el mismo valor de distancia y, por lo tanto, la misma distancia a la superficie de inicio más cercana (SF1, SF2), en donde para cada punto discreto de una capa (S1...Sn) definido por la isosuperficie del campo de distancia, la orientación de un cabezal de proceso se determina calculando la superficie normal de la capa (S1...Sn) o calculando la vectores de gradiente del campo de distancia, los cuales muestran la dirección del aumento más pronunciado de las distancias para el punto discreto, en donde la forma y distribución de las isosuperficies y capas (S1...Sn) se adapta a la forma del modelo digital y en donde los valores de distancia de las isosuperficies especifican el orden de las capas para la estructura aditiva.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que los valores de distancia de las isosuperficies especifican el orden de las capas para la estructura aditiva, comenzando por el valor de distancia más bajo (D) en orden ascendente.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el número de isosuperficies utilizadas para construir el modelo viene determinado por un parámetro de resolución previamente establecido.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el número de isosuperficies a partir de las cuales se fabrican las capas se determina mediante otro parámetro de resolución.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que para determinados puntos discretos se modifica la dirección de sus vectores de orientación (OV1, OV2) determinando vértices (SP), en los que los vectores de orientación (OV1, OV2) de puntos discretos adyacentes determinados hasta ahora se apuntan entre sí, y la dirección de estos vectores de orientación (OV1, OV2) se rotan con respecto a los vértices (SP), en donde la parte de la reorientación se selecciona en función de la distancia al vértice respectivo (SP) y disminuye al aumentar la distancia (D1) desde el vértice (SP).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que, para impedir una colisión de un cabezal de procedimiento utilizado para la fabricación aditiva con un volumen de componente ya modelado, la formación de la capa se adapta comprobando si existen vectores de orientación opuestos (OV1, OV2), en donde las isosuperficies se unen y forman una superficie de impacto (AF).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que si está presente la superficie de impacto (AF), el campo de distancia se modifica localmente independientemente de la función de distancia mediante la determinación de una superficie auxiliar (HF) dispuesta ortogonalmente a la superficie de impacto (AF), la cual atraviesa un borde de un cuerpo envolvente (H) que rodea el modelo digital de la superficie de impacto (AF) y cuya normal determina una dirección de construcción (A), en donde se determina un volumen de contorno de interferencia (SV) del cabezal de proceso y se coloca en la zona de la superficie de impacto (AF) en la dirección de construcción (A) y se cruza con el volumen de modelo adyacente a la superficie de impacto (AF), en donde solo los puntos con valores de distancia menores o iguales a los valores de distancia de la superficie de impacto (AF) se tienen en cuenta para el volumen de corte resultante y los resultados de un volumen de reemplazo (EV) y donde en el volumen de reemplazo (EV) en la dirección de construcción (A) los valores de distancia (D) se incrementan secuencialmente comenzando con el valor de distancia (D) de la superficie de impacto (AF), con un devanado de paso correspondiente al parámetro de resolución de las isosuperficies.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que se comprueba si en la dirección de construcción (A) inmediatamente adyacente a dicho volumen de reemplazo (EV) se disponen volúmenes con valores de distancia (D) inferiores a los de la superficie de impacto (AF) y en este caso el volumen del contorno de interferencia (SV) se coloca en la zona de estos volúmenes en la dirección de construcción (A) y se corta con estos volúmenes, el cual se continúa hasta que no se generen nuevos volúmenes de corte, en donde en la unión de estos volúmenes de corte adicionales en la dirección de construcción (A) se reemplazan los valores de distancia (D) comenzando con el valor de distancia (D) incrementado en 1 del valor de distancia más alto (D) del volumen de reemplazo (EV) y aumentado secuencialmente, con un devanado de paso correspondiente al parámetro de resolución de las isosuperficies.
9. Procedimiento según la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que en un control de colisión se comprueba la aplicabilidad de la elección de una superficie auxiliar (HF) y la dirección de construcción (A) y, si se detecta una colisión, se elige otro borde para determinar la superficie auxiliar (HF) y la dirección de construcción (A).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que todos los valores de distancia (D), fuera de dicho volumen de reemplazo (EV) y los volúmenes de corte, se incrementan en un valor con un valor de distancia (D) mayor o igual que el valor de distancia (D) de la superficie de impacto (AF), el cual es 1 mayor que el

número de isosuperficies cambiadas en el volumen de reemplazo y en los volúmenes de corte al cambiar los valores de distancia.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que como modelo digital se utiliza un modelo de voxel discretizado o un modelo paramétrico que en caso necesario se discretiza por secciones.

- 5 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que la función de distancia para determinar un campo de distancia se calcula utilizando la distancia mínima entre dos puntos dentro del volumen del modelo digital o, en el caso de elementos de volumen discretos en forma de voxels, la distancia 1 se asigna a los voxels directamente adyacentes o a un subconjunto de los voxels directamente adyacentes y las distancias a otros voxels se pueden calcular a partir de la suma mínima de respectivamente voxels adyacentes entre los voxels
- 10 considerados.

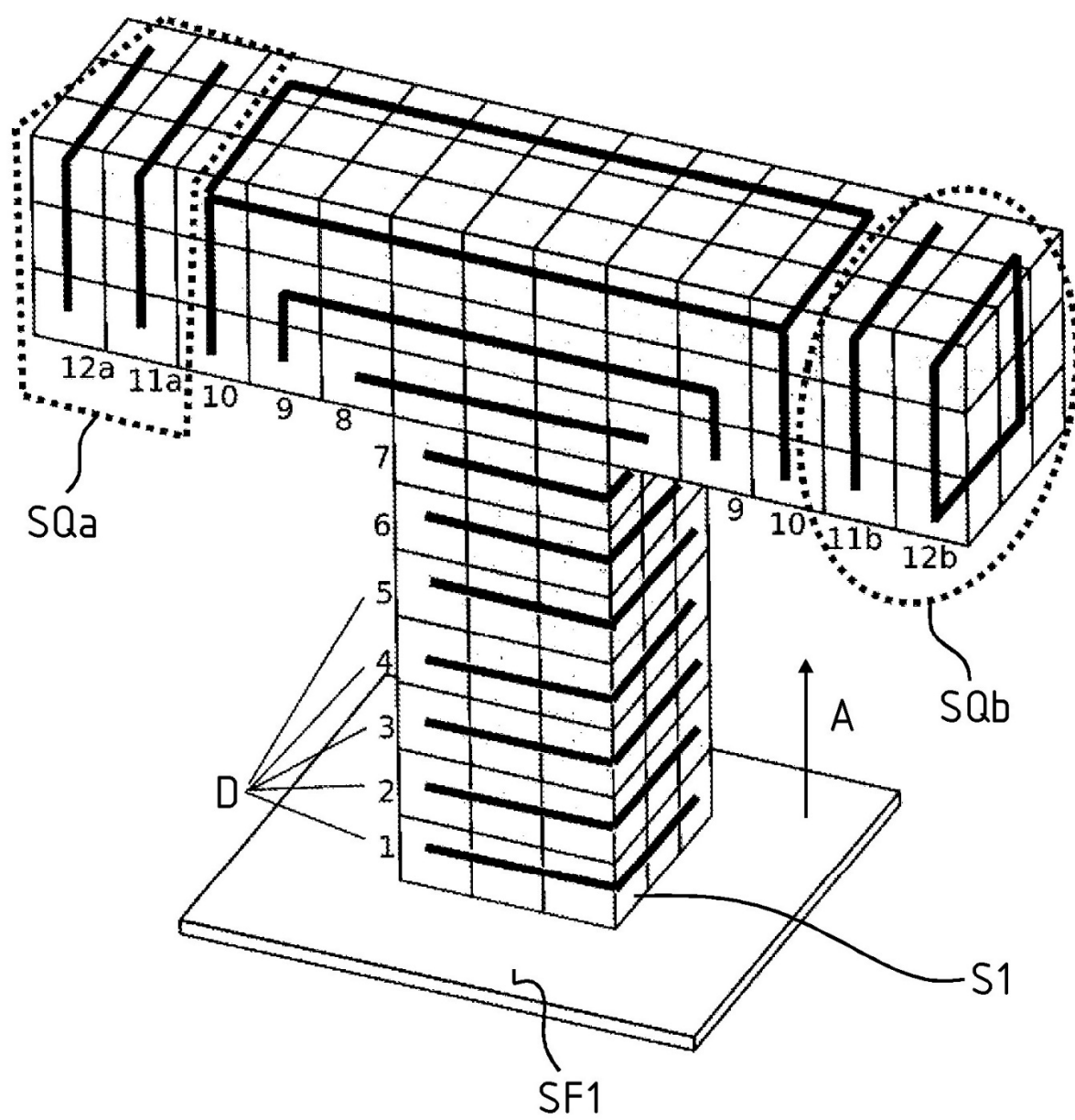


FIG. 1

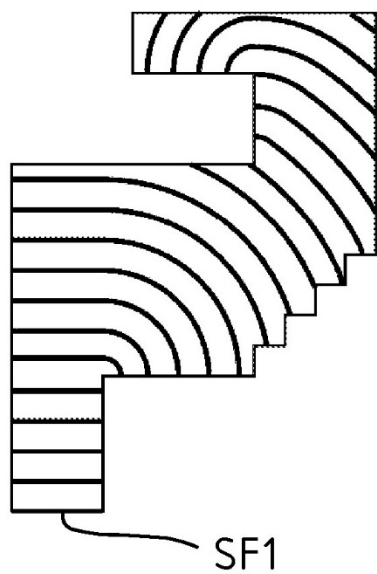


FIG. 2

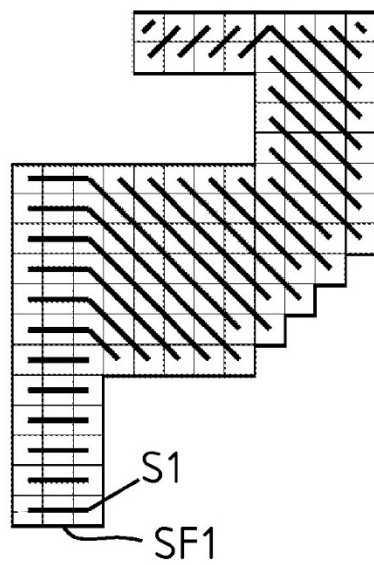


FIG. 3

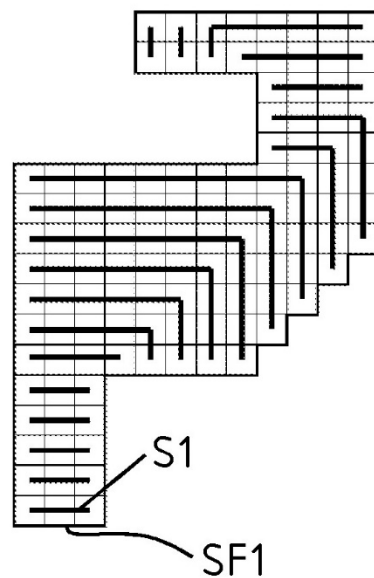


FIG. 4

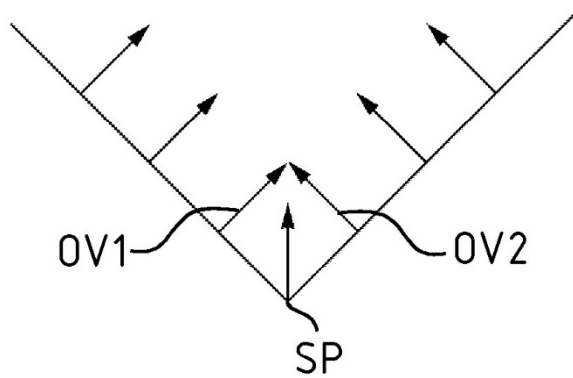


FIG. 5

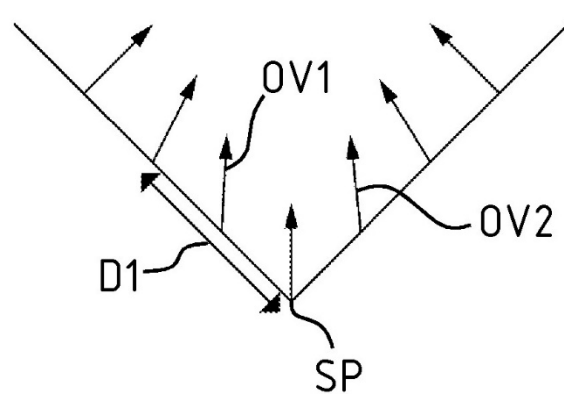


FIG. 6

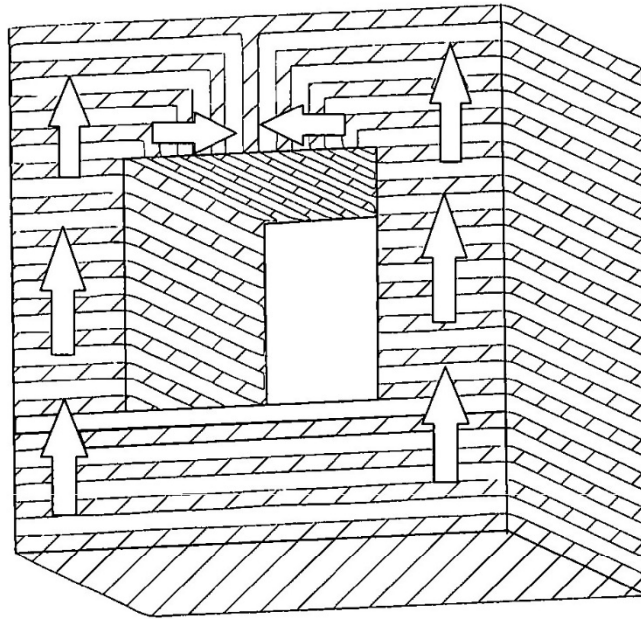


Fig. 7

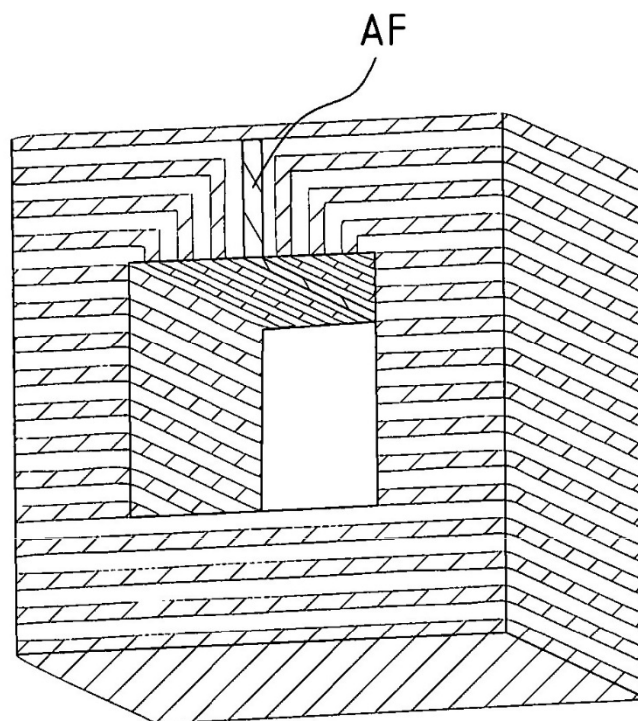


Fig. 8

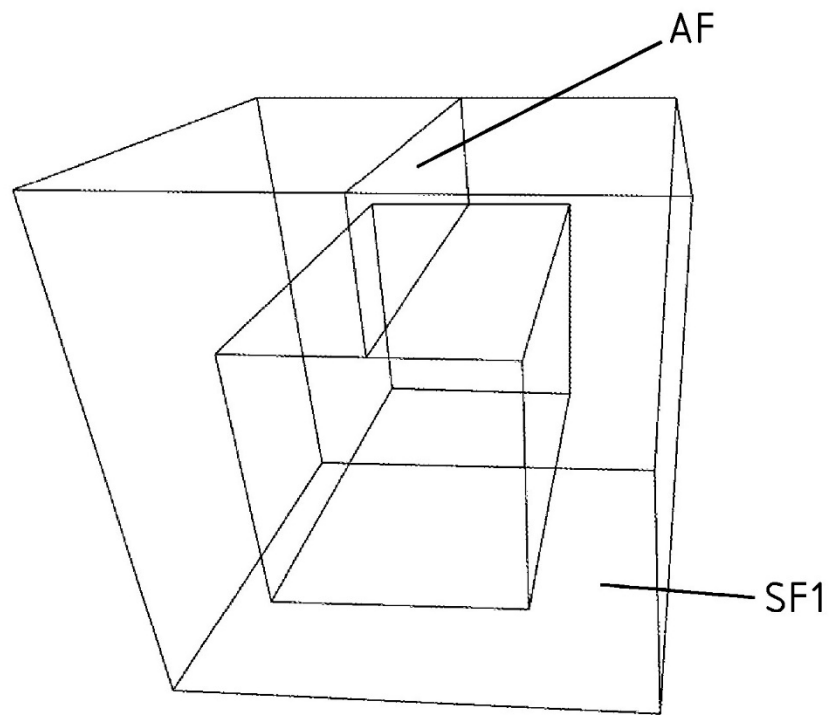


FIG. 9

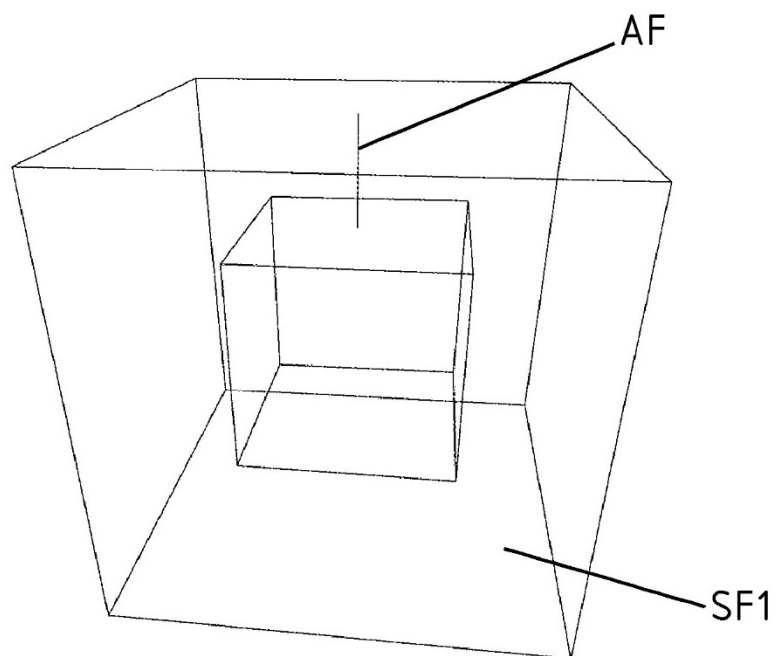


FIG. 10

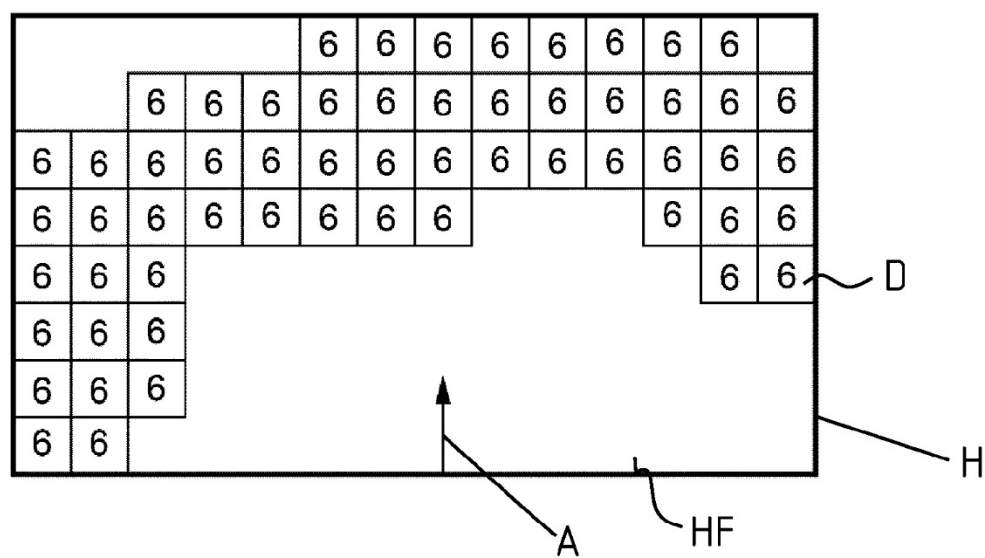


FIG. 11

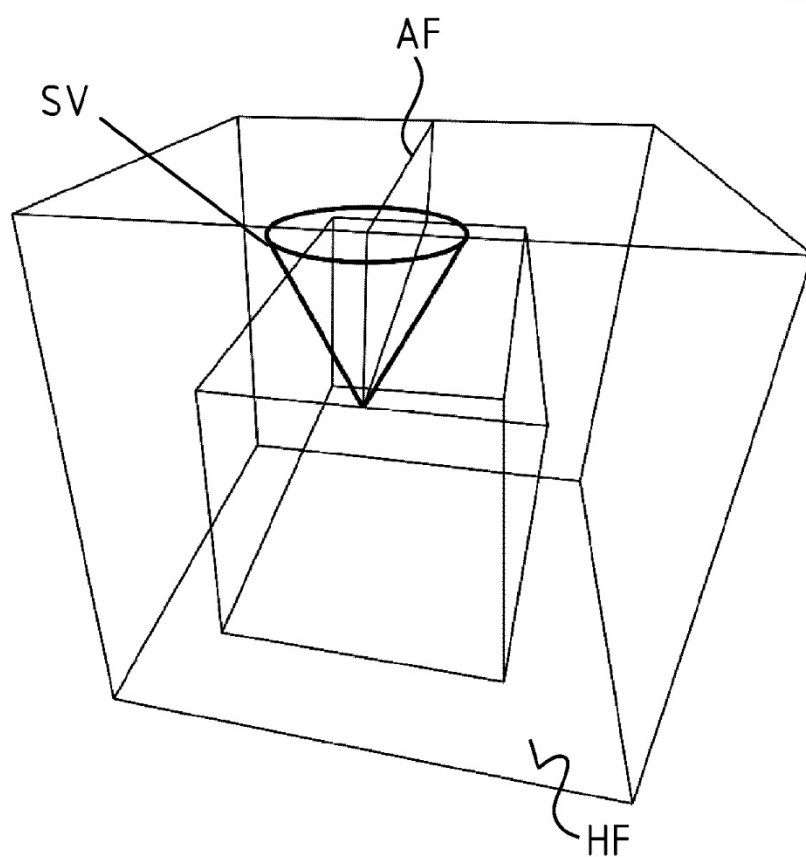


FIG. 12

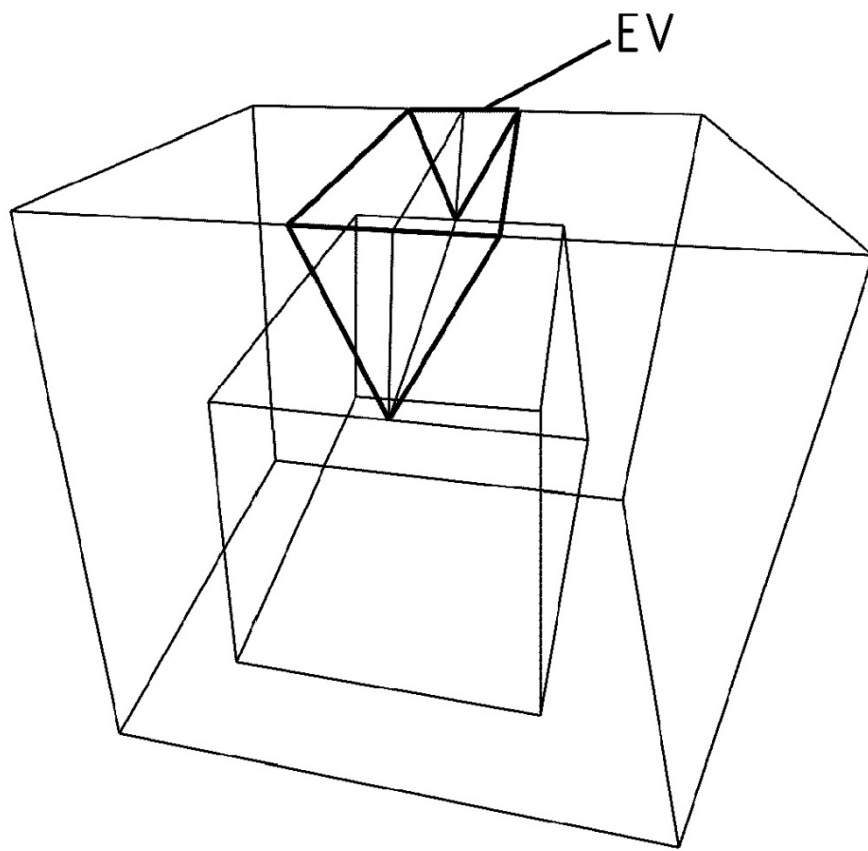


FIG. 13

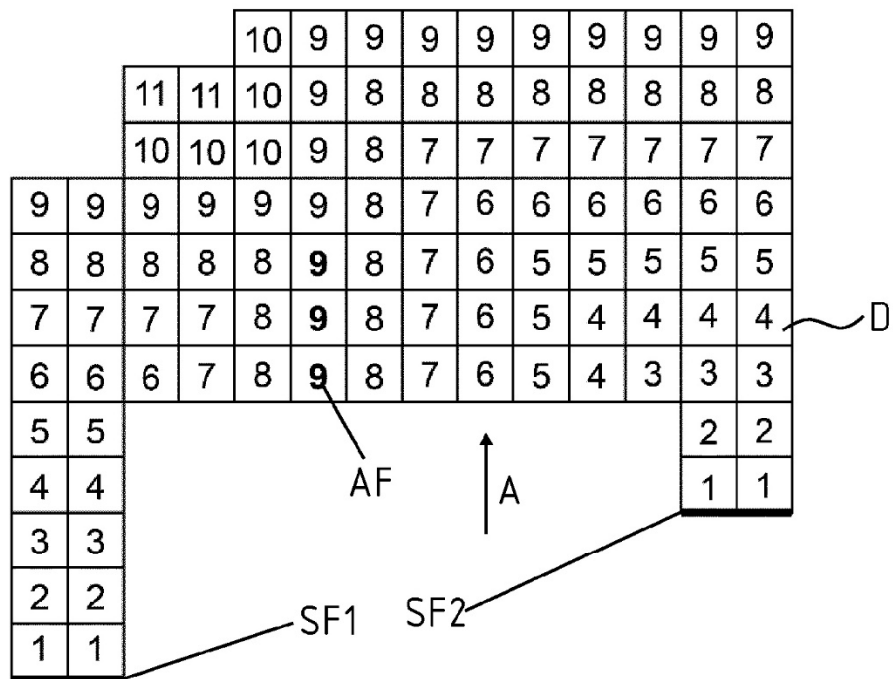


FIG. 14

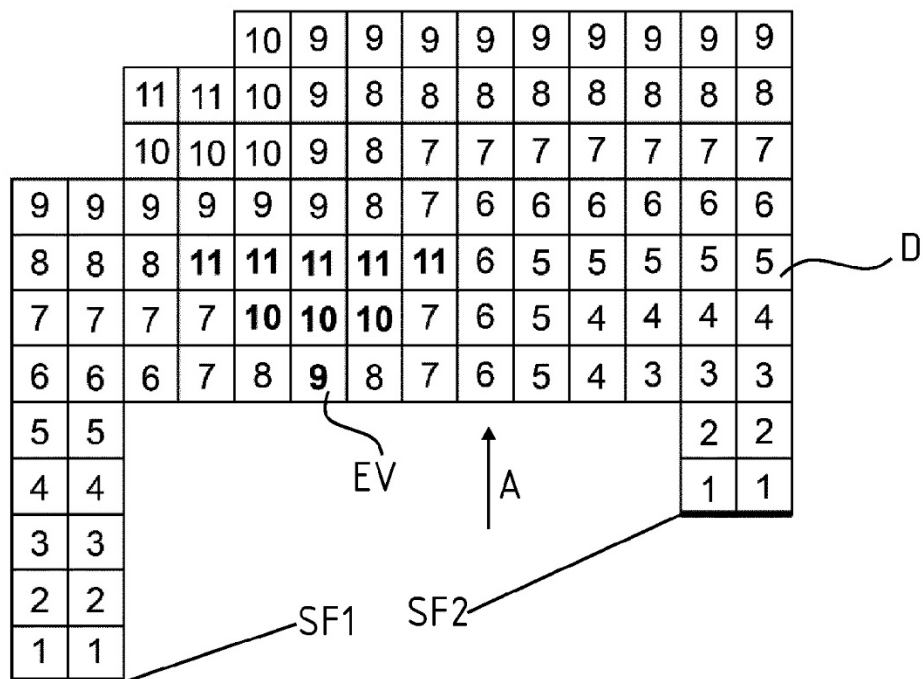


FIG. 15

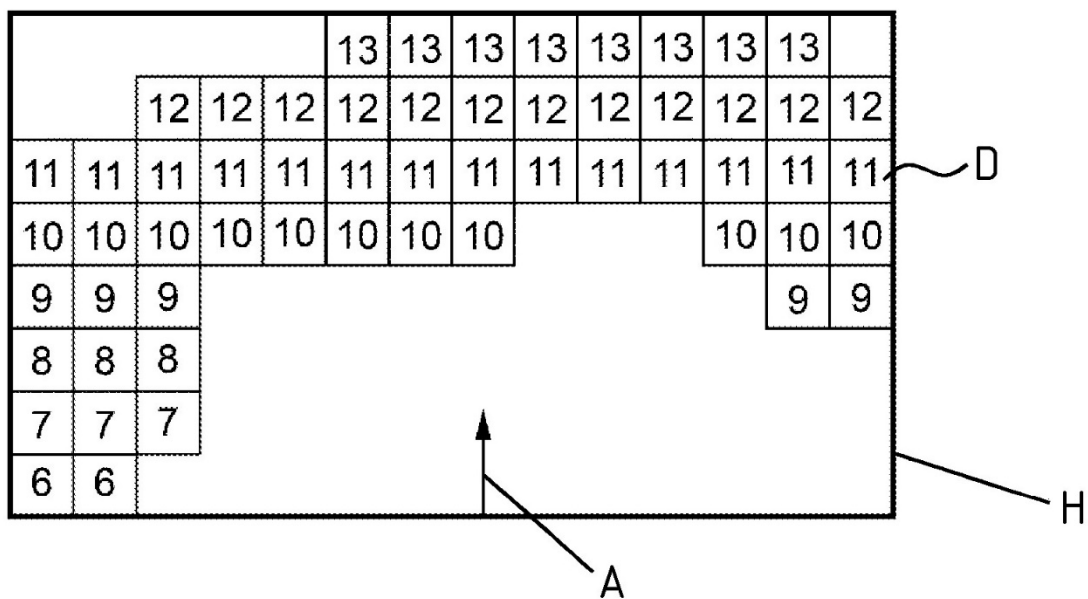


FIG. 16

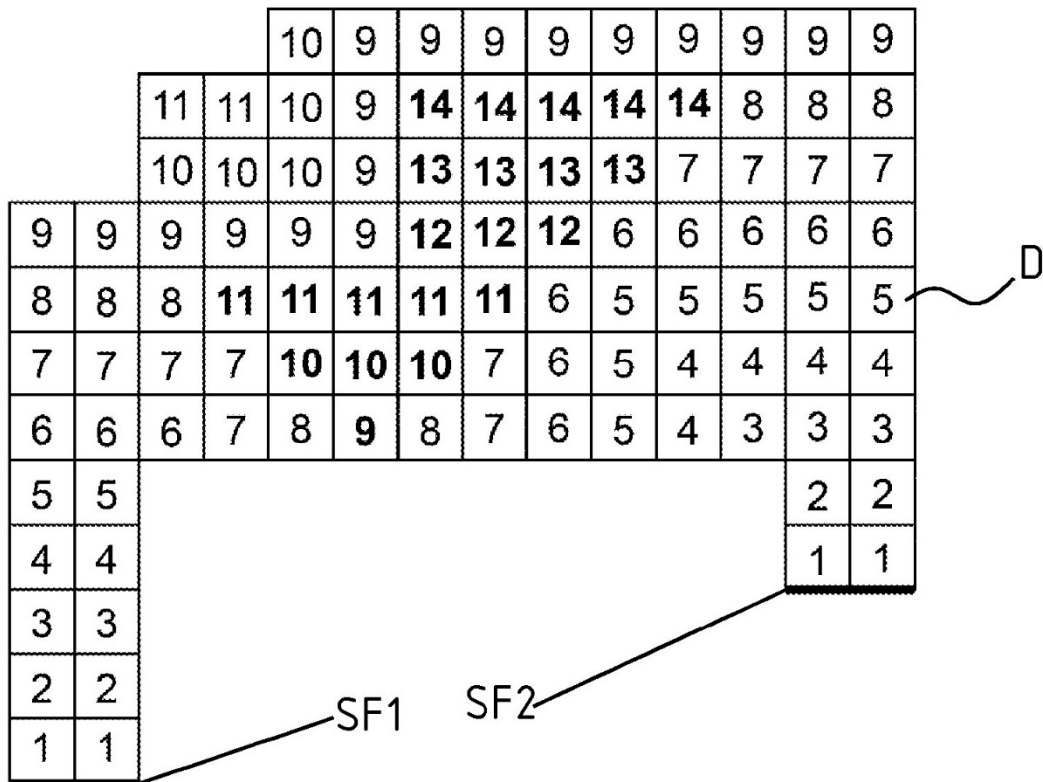


FIG. 17

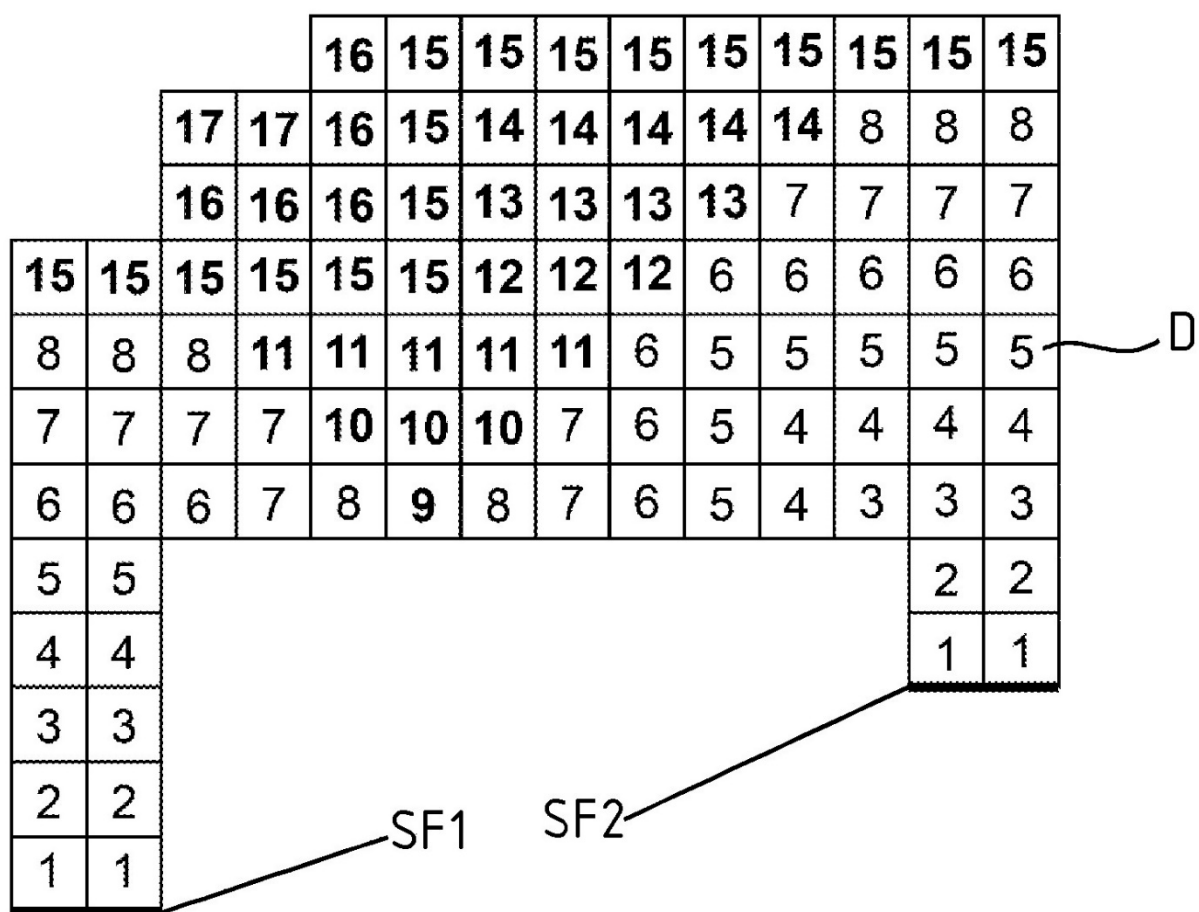


FIG. 18