(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 757 310**

(51) Int. CI.:

B23K 37/02 (2006.01)
G05B 19/402 (2006.01)
B23K 101/22 (2006.01)
B23K 10/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2016 E 16173905 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3103577**

(54) Título: **Sistema y método para el corte por plasma de NC de una tela metálica**

(30) Prioridad:

11.06.2015 US 201562174473 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.04.2020

(73) Titular/es:

FAGAN, MATTHEW (100.0%)
95 Canterbury Road, Middle Park
Melbourne, Victoria 3206, AU

(72) Inventor/es:

FAGAN, MATTHEW

(74) Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

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

Sistema y método para el corte por plasma de NC de una tela metálica

Campo de la invención

La presente divulgación se refiere al campo del corte de partes a partir de telas metálicas. Más particularmente, la presente divulgación se refiere al uso de un soplete de plasma en una máquina numéricamente controlada, en la que se basa el preámbulo de la reivindicación 1 (véase, por ejemplo, el documento EP2135701), para un corte por plasma automático controlado por ordenador de un material de metal casi plano con orificios.

Antecedentes

Las tecnologías de corte de placas de metal macizas convencionales son bien conocidas en la técnica. Estas incluyen oxígeno y acetileno, plasma, chorro de agua y láser. Cada una tiene su área de aplicación. La presente divulgación se limita específicamente al corte por arco de plasma de metales que incluyen acero y aluminio.

Las máquinas guiadas por ordenador o las máquinas Numéricamente Controladas (NC) aparecieron en la década de 1970, y eran unas máquinas que seguían unas coordenadas dadas en un idioma inglés sencillo conocido como programas de Control Numérico o NC. El corte por plasma en sí apareció en la década de 1940 como una extensión de soldeo por arco eléctrico, transmitiendo las muy altas corrientes en un gas de plasma que fundía el metal, en lugar de quemarlo.

La caída rápida en el precio de los ordenadores después del año 2000 significó que el corte de formas controlado por ordenador se ha vuelto asequible y convencional en talleres. No obstante, la aplicación del corte automatizado de telas metálicas se ha topado con dos problemas.

El primer problema es el control de altura, un problema incluso para un material nominalmente plano, debido a que el soplete de plasma es sensible a cambios de mm en la altura y se ha de mantener con un rango estrecho, de aproximadamente 6 mm a 12 mm. Con los productos de metales elaborados, la altura del material puede cambiar de forma muy marcada, a menudo casi la totalidad del espesor del material de, por ejemplo, 14 mm pero en donde se sigue requiriendo un corte.

Las máquinas cortadoras por plasma de dos ejes (XY) de NC tradicionales usan un dispositivo de realimentación para controlar el eje Z. Este dispositivo de realimentación utiliza voltaje de arco de plasma para determinar y mantener la altura de soplete, ajustando la altura al alza si el voltaje cae, y ajustando la altura a la baja si el voltaje aumenta. El dispositivo de realimentación opera independientemente del control NC y se enciende o se apaga. El dispositivo de realimentación supone que la altura superficial cambia lenta y suavemente y tiene problemas con los cambios de altura que resultan de orificios y bordes abruptos. La altura superficial de los metales desplegados en particular puede variar súbitamente 14 mm. Los dispositivos de THC (Control de Altura de Soplete) de NC tradicionales no pueden reaccionar lo bastante rápidamente para las pendientes abruptas. Debido a que el dispositivo de realimentación opera independientemente del control NC, este no puede detectar orificios en el material que se está cortando y, por lo tanto, da lugar a que el soplete de plasma caiga a plomo a estos orificios, dando lugar a daño mecánico a los componentes (por ejemplo, un soplete de corte) de la máquina cortadora de NC.

En segundo lugar, hay orificios grandes en el material elaborado como parte del diseño fundamental del material. Lo que es peor, aunque resulta habitual, estos son impredecibles en una trayectoria de NC dada. Los orificios son un problema desastroso para las máquinas cortadoras por plasma de NC tradicionales diseñadas para un corte continuo de placa maciza. Hay poca o ninguna provisión para salirse de la placa o a un orificio. Esto puede dañar el soplete de la máquina cortadora de NC.

Los sopletes de plasma producen arcos que alcanzan 10.000 ºC en donde el arco conduce al metal cercano. El movimiento fuera de una superficie de metal significa habitualmente que el arco fallará o, en el peor caso, retrocederá al interior del soplete de plasma, destruyendo el soplete. El plasma se usa habitualmente para cortar materiales macizos y planos, como placa de acero. Apenas o nunca se usa para cortar materiales con orificios. Se usa un arco piloto de alta frecuencia y de alto voltaje para someter a prueba de conducción con el metal y, si tiene éxito, se realiza un intento de establecer un arco de plasma de Corriente Continua de corriente alta de entre 10 y, por ejemplo, 400 amperios a un voltaje entre 100 y 180 voltios en CC. Esta técnica está bien establecida en la técnica.

También se ha de mencionar que los problemas de la anchura de corte o entalladura se siguen encontrando presentes incluso aunque se corte tal material difícil. Debido a que la anchura de corte por plasma no es trivial y varía de 2 mm a 5 mm, la trayectoria de corte deseada se ha de desplazar la mitad de la anchura del corte sobre el lado del soplete que está en la chatarra. Este puede ser un cálculo complejo que es una parte convencional del control de trayectorias de NC y se ha de solucionar para un corte preciso. El documento EP2135701 analiza métodos y sistemas para conservar la altura de soplete mantenida por encima de un material que se va a cortar mediante una medición anterior y predicción dinámica. Una medición preliminar de una serie de alturas en unos puntos de muestreo transversalmente

al material que se va a cortar se realiza usando un sensor de altura.

Sumario

Para abordar el problema del corte por plasma de un material con orificios, la industria del corte por plasma ha creado recientemente unos sopletes de plasma de mano que intentan reiniciar rápidamente el arco piloto cuando se apaga el arco principal de forma automática para la carencia de material. Esto permite un cierto corte a mano transversalmente a los orificios cuando el arco de plasma principal se apaga por la carencia de material. Esto evita la molestia de accionar un activador de mano. Aunque esto ha hecho más fácil el corte de algunos materiales por plasma a mano con una operación cuidadosa, no es evidente cuánto éxito ha tenido en la práctica. Se ha realizado con éxito un corte de NC de materiales muy planos con orificios relativamente pequeños con tales sopletes, presumiblemente también con el control de altura apagado. No obstante, este no ha conducido a la automatización general de metales elaborados con orificios grandes y cambios de altura súbitos como con refuerzo de acero o metal desplegado.

Dado que algunas telas metálicas tienen caras de pendientes abruptas que conducen a orificios, en comparación con una placa perforada simple, existe la necesidad de variar Z sustancial y rápidamente e incluso inclinar el soplete de forma automática para evitar colisiones con la punta del soplete. Esto no es una condición necesaria para cortar materiales planos con orificios grandes con lados verticales como en una placa perforada sino un perfeccionamiento para materiales con orificios con un metal de pendiente pronunciada como con metal desplegado.

Estos incluyen pero no se limitan a una rejilla para pasarelas peatonales que se fabrica como una malla de barras de metal, metal desplegado que se perfora a partir de chapas y placas y otras clases de telas metálicas.

Las telas metálicas se crean para muchos usos que incluyen la visibilidad a través, orificios para agua y sólidos, ventilación, peso ligero, decoración y más. El material de refuerzo formado a partir de varilla soldada es otro material de metal elaborado muy común producido en gran cantidad mediante el soldeo de barras a otras barras en un emparillado rectangular. Otras telas metálicas con orificios son, simplemente, chapas o placas planas con orificios perforados de forma y patrones variables para hacerlas más ligeras y porosas.

La rejilla elaborada y el metal desplegado son quizá los más complejos de cortar y se usan ampliamente para pasarelas peatonales, escaleras de incendios, áreas de servicio exteriores como y en barcos y áreas húmedas exteriores en donde se hayan de proporcionar pasarelas peatonales seguras que no retengan agua o suciedad u otro material. El corte de escotillas, esquinas redondas e indentaciones para dar espacio libre y orificios de acceso para personas y fontanería es particularmente difícil y, en general, no se puede automatizar.

Aunque algunos materiales se pueden cortar a mano, muchos materiales elaborados como, el refuerzo de hormigón, se hacen por encargo a un tamaño rectangular debido al coste y esfuerzo en el corte *in situ*. De lo contrario, estos se producen a granel a unos tamaños convencionales y son rectangulares. Hay máquinas especializadas que fijan los materiales y usan ruedas de rectificado y sierras rotatorias. La vibración es un gran problema debido a que, en general, los extremos de la tela son imposibles de sujetar y esto hace que tanto el aserrado como el rectificado sean difíciles, y quizá peligrosos, para los operadores.

El corte automático de tal material ha sido un problema continuado para la industria del procesamiento de metales. La rejilla se corta, en general, por sopletes de plasma u oxiacetiléticos de mano o en líneas rectas mediante rectificadoras o sierras grandes que sujetan firmemente el material con pinzas. El metal desplegado es difícil de cortar incluso mediante un soplete de mano. La malla de refuerzo se incluye en este conjunto y esta se puede cortar mediante cortadores de pernos de mango largo o mediante rectificadoras laterales eléctricas o cizallas portátiles pero puede ser cortada fácil y rápidamente por las realizaciones divulgadas a cualquier forma o anidación de formas deseada.

La totalidad de los métodos a mano de corte de tela metálica implican experiencia y riesgo, y llevan tiempo. Como todo el corte a mano, es difícil cortar líneas rectas o círculos.

El plasma es particularmente adecuado debido a que el material no tiene que ser fijado y no hay vibración alguna debido a que no hay contacto alguno. No obstante, los arcos de plasma tienen sus propios problemas, debido a que la distancia desde la pieza de trabajo se ha de mantener estrictamente y no se puede mantener el arco sobre un orificio y se corren riesgos de daños graves al soplete en el retroceso de una corriente de chorro de gas de 10.000 ºC.

No obstante, usando las realizaciones divulgadas, se pueden cortar de forma automática y rápida y segura unas formas y cortes arbitrarios. Esto puede ser simplemente recortar el material a un ángulo, contornear el exterior para dar espacio libre o cortar una forma a partir del material. Incluso es posible cortar anidaciones de partes como círculos, ahorrando una cantidad importante de material. Esto es significativo debido a que el material elaborado es a menudo el triple de caro por tonelada que el material plano.

La idea esencial de las realizaciones divulgadas es empezar con un programa de NC tradicional, tal como se requeriría para cortar una forma a partir de una placa plana. Este no se usa para el corte sino para accionar un láser de medición de altura sobre la trayectoria propuesta. En esta primera exploración, la altura del material se almacena como Z en

unos puntos regulares a lo largo de la trayectoria X, Y, tomando también nota, en la práctica, de las separaciones en el material. El láser puede ignorar con seguridad los puntos por debajo del límite de debajo de la placa. Esta es una medición sin contacto.

Entonces se añaden los datos de altura al programa de NC para generar un programa de NC actualizado dentro del ordenador que incluye la componente Z y pasa por alto las separaciones, creando un auténtico contorno en 3D en XYZ para la superficie irregular al tiempo que se enciende y se apaga el soplete de plasma según se requiera con inicios de borde casi instantáneos en lugar de taladrado.

Para cortar tal material en las realizaciones divulgadas, se usa una máquina de pórtico razonablemente común. En esta, el material se coloca plano sobre el lecho de corte y no se mueve y, en las realizaciones divulgadas, este no entra en contacto mecánico en momento alguno. No se requiere restricción especial alguna antes de, o durante, o después del corte.

Las realizaciones divulgadas solucionan los problemas de corte con dos pasadas diferenciadas de la máquina cortadora que porta el soplete de plasma. Una primera pasada se usa para supervisar el material que se va a cortar, habitualmente basándose en un patrón pasado como código de NC o simplemente como una serie de líneas y arcos sin referencia alguna al material que se va a cortar.

Esto no es necesario para formas simples como círculos, semicírculos y líneas. Solo se ha de especificar la trayectoria de XY requerida, pero un programa de NC es un formato conveniente para muchos usuarios potenciales. Este también permite que se usen sistemas de programación de NC existentes para cortar partes e incluso anidaciones de partes sobre una máquina de este tipo sin provisión específica para el material.

Este primer programa o trayectoria de líneas y arcos de NC se usa sin corte para guiar un láser de detección de altura que mide la altura de soplete a lo largo de la trayectoria o anidación de trayectorias de corte propuesta. En esta primera exploración, se mide y se recuerda la altura del material Z por debajo de un punto constante en (X, Y). En donde falte material, no se registra altura alguna. Debido a que la mayor parte de los materiales tienen una parte de arriba y un espesor definidos, las mediciones erróneas se pueden descartar con tranquilidad.

Estos valores de XYZ se examinan en busca de errores, se suavizan y el resultado se usa para describir la altura superficial Z frente a la posición XY requerida. La máquina de NC es ahora consciente de la altura a lo largo de la trayectoria deseada y también de cualquier material faltante u orificios con puntos de inicio y de detención específicos para el corte.

Con el análisis, es evidente qué partes de la trayectoria se encuentran sobre metal y cuáles no. Este es el primer requisito, saber cuándo encender y apagar el soplete. El segundo fragmento de información es crítico para un material elaborado en lugar de para un material perforado, debido a que la altura cambia rápidamente. Una sección transversal de refuerzo puede producir una sección transversal circular. Otro material tal como una placa desplegada es una serie de pendientes más semejantes a olas del océano. Una trayectoria arbitraria hace que el problema sea mucho peor y que la trayectoria sea compleja, véanse para ello las imágenes detalladas más adelante.

Entonces, el código de NC se reescribe usando esta información. En la segunda pasada, el material es cortado por el plasma, encendiéndose y apagándose según se registre en la primera pasada cuando se pasa sobre un material con la altura en Z según se mide en la primera pasada. Opcionalmente, el soplete presenta un ángulo en la dirección e inclinación para maximizar el espacio libre y optimizar el corte.

Como un perfeccionamiento adicional y opcional en materiales en donde la superficie tiene una pendiente sustancial y el movimiento vertical es grande como puede tener lugar en el metal desplegado, la capacidad de rotar e inclinar el soplete también se puede incluir en el programa de NC, minimizando las colisiones y optimizando las penetraciones. Esto se realiza mediante el uso de la dirección instantánea del corte para determinar el ángulo de azimut del soplete y la pendiente de la superficie para generar el ángulo de inclinación como se describe en el presente documento. Para ello, véase la descripción de la figura 6.

Los perfeccionamientos a las realizaciones divulgadas incluyen:

1. Entrada del código de NC usado para la EXPLORACIÓN. Todo lo que es realmente necesario es la forma que se va a cortar, pero esta podría ser proporcionada más simplemente mediante un código de NC convencional tal como se usa para cortar placas de una forma convencional. Ambos enfoques son adecuados.
2. Suavizado, usando uno o más algoritmos, de los puntos y líneas de exploración para eliminar los efectos de borde. Al acercarse al material o apartarse del mismo, el punto de láser tiene un tamaño físico y la reflexión de la superficie se usa para calcular la distancia. No obstante, las obstrucciones físicas y la pérdida de señal pueden dar efectos extraños en los extremos, que se han de eliminar. Se ha de descartar un cambio súbito de altura dentro de, por ejemplo, 1 mm del borde. Estos efectos también pueden tener lugar en superficies abruptas que siguen siendo macizas.
3. Compresión, usando uno o más algoritmos, de los puntos y líneas de exploración para proporcionar un

desempeño en XYZ más suave con programas de NC más pequeños, eliminando movimientos pequeños innecesarios que pueden producir sacudidas y un corte lento. Esta compresión puede ser tan grande como un 98 %.

4. Orientación e inclinación continuas del soplete de plasma. Esto solo es necesario en algunos casos pero, en particular, con el metal desplegado en donde la superficie de metal puede estar más cerca de la vertical que de la horizontal. Véase la descripción de la figura 6.

5. Se sigue requiriendo una compensación de entalladura, al igual que para todo corte. Este es un aspecto convencional de todo corte en donde la anchura del corte no sea despreciable. Ignorar la anchura del corte produce errores tan grandes como la anchura de corte en el tamaño de orificio o parte final, por lo que estas no se pueden ignorar y se han de acomodar de forma automática.

Las realizaciones divulgadas proporcionan una solución notablemente barata y simple al corte automatizado de tales materiales difíciles que, en la industria, se cortan habitualmente a mano. Asimismo, es importante observar que también puede haber ahorros sustanciales en el material con la anidación de formas. Considérese que se requiriera cortar un gran número de círculos. Estos se pueden colocar ahora en patrones óptimos sobre el material en lugar de cortarse a partir de cuadrados o rectángulos, aumentando el rendimiento en al menos 4 / pi o un 27 %. Los ahorros de tiempo y el aumento en la seguridad de los operadores también son significativos. Tampoco no hay necesidad alguna de comprar una máquina especializada debido a que todo esto puede hacerse con la máquina universal especificada descrita por el autor para productos largos que incluyen placa, chapa, secciones, tubos y preparación de soldadura.

En una realización, se divulga una máquina cortadora de Control Numérico (NC) para el corte por plasma de una tela metálica como se describe en la reivindicación 1.

En otra realización, se divulga un método de corte por plasma de NC de una tela metálica basándose en una trayectoria de corte bidimensional como se describe en la reivindicación 11.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 muestra una máquina cortadora de pórtico por plasma de NC ilustrativa preparándose para cortar un material de matriz de metal, en una realización.

La figura 2 muestra una producción de metal desplegado ilustrativa a partir de una placa.

Las figuras 3A - 3D muestran tipos ilustrativos de telas metálicas: (A) Emparillado de Soportes y Barras Cruzadas que muestra barras serradas y no serradas; (B) Placa perforada con orificios redondos (C) Un tipo de material simplemente tejido, arriba y abajo (D) Material de matriz cuadrado rectangular.

La figura 4A muestra un perfil de láser ilustrativo a lo largo de una línea recta a través de metal desplegado (exploración de líneas a lo largo de un metal desplegado que muestra unas mediciones en (XYZ) como líneas).

La figura 4B muestra un perfil de líneas ilustrativo con una altura de contorno en Z (la misma exploración mostrada en el plano XZ que revela no solo orificios en el material sino la forma de los segmentos inclinados del material de metal desplegado).

La figura 5A muestra una exploración ilustrativa en XY de un círculo sobre un enrejado de soportes y barras cruzadas (el material faltante es obvio).

La figura 5B muestra un perfil de exploración que ilustra una altura de contorno en Z, en una realización (la misma exploración que una representación isométrica en donde la forma exacta de la superficie de arriba es marcada y las longitudes de material macizo son sumamente variables, como lo son las separaciones).

La figura 6 ilustra un ajuste opcional del azimut y la inclinación del soplete a partir del análisis del perfil de exploración, en una realización (un único segmento de la figura 5 que muestra la obtención opcional del azimut y la inclinación del soplete a partir de la superficie de arriba).

La figura 7 ilustra el eje de azimut de soplete C y el eje de inclinación polar A para el soporte de soplete de plasma de cabezal de bisel ilustrado en la figura 1.

Descripción detallada de las realizaciones

La figura 1 muestra una máquina cortadora de estilo pórtico por plasma de NC ilustrativa con un pórtico (150) capaz de moverse en la dirección X y un cabezal de bisel de 3 ejes (126) capaz de moverse en la dirección Y sobre el pórtico, cubriendo la superficie 100. El material 110 que se va a cortar se coloca sobre el lecho 100 de una máquina cortadora del soplete de plasma (120) de XY. Un láser 160 se incluye en la base de la caja de accionamiento de cabezal de bisel (128) y puede mirar en vertical hacia abajo para medir la parte de arriba del material que se va a cortar (110). Hay muchos diseños de armadura de bisel (125) y lo que se muestra es un dispositivo de pantógrafo que puede inclinar el soplete en cualquier dirección en torno a la punta del soplete sin mover la máquina. Los ejes para el cabezal de bisel se ilustran en la figura 7. No obstante, es importante observar que las realizaciones divulgadas no requieren una máquina de pórtico o un diseño específico de cabezal de bisel, pero sí requieren que el soplete sea móvil en XY y Z.

El movimiento del soplete en XYZ y, opcionalmente, en las direcciones de inclinación AC, es guiado por un programa de Control Numérico (por ejemplo, el programa de NC 133) que opera dentro de un ordenador 135 que, a su vez, controla el amplificador de ejes en 137 y 128 para realizar los movimientos accionados en XYZAC. El ordenador 135

tiene una memoria y al menos un procesador.

Todo esto es un corte por plasma Numéricamente Controlado bastante convencional de placa de metal. Lo que es poco habitual es que el material que se va a cortar no es una placa de metal maciza y lisa sino que contiene orificios grandes y es de una altura superficial sumamente variable que, aunque a menudo es regular, dista de ser plana.

En las figuras 2 y 3 se dan ejemplos de materiales comunes que se van a cortar. Estos se forman mediante el estampado, soldeo y perforación de placas de metal, tiras de metal y barras de metal de forma diversa. La elaboración más exótica se denomina metal desplegado. Este se fabrica mediante un movimiento de cizallado hidráulico incompleto que, como alternativa, empuja tiras a partir de una placa maciza (201) en formas en V como se muestra en la figura 2. La cizalla empuja en 202 y crea tiras onduladas que despliegan el metal en la dirección 203, alternando con la mitad de la distancia de una V para crear la malla que se muestra. Esto forma una chapa de metal mucho más grande con una fracción del peso y la suficiente resistencia para ser adecuada para muchas aplicaciones. Un aspecto de este así denominado metal desplegado es que las caras alternas de las tiras delgadas están más cerca de la vertical que de la horizontal, haciendo el material más grueso que el original y de un ángulo superficial sumamente variable. Esto hace que sea particularmente difícil de cortar por cualquier tecnología, debido a que obviamente el material tiene orificios grandes, es compresible en una dirección y es difícil de fijar y tiene una superficie sumamente variable.

En las figuras 3A, 3B, 3C y 3D se muestran diversos otros materiales de peso ligero fabricados. Quizá el más común sea el refuerzo de acero producido en gran cantidad como una malla soldada simple de dos varillas de diámetros diferentes. La figura 3A muestra dos materiales para pasarelas peatonales comunes usados a menudo en áreas de exteriores, tal como en barcos e instalaciones industriales. Uno tiene varillas serradas para el agarre. Ambos se forman mediante el estampado de barras cruzadas calientes para dar tablillas verticales. La figura 3B muestra una placa perforada con una gran cantidad de orificios redondos. Al menos lejos de los orificios, esta superficie es plana y solo tiene un problema importante para el corte por plasma, la proliferación de orificios en cualquier dirección. Los orificios perforados se pueden encontrar en cualquier forma o patrón.

En la figura 3C se muestra un tipo diferente de tela metálica. Este es un material tejido y puede adoptar muchas formas pero adolece de los dobles problemas de orificios y altura variable.

Un software de habilitación de tela 132 dentro del ordenador 135 usa el programa de NC 133 para controlar el dispositivo de medición de láser 160 para realizar una primera pasada sobre la pieza de trabajo 110, sin corte, para explorar la pieza de trabajo 110 y generar unos datos de altura 134 que se corresponden con una trayectoria de corte prevista. El software de habilitación de tela 132 puede incluir uno o más algoritmos para eliminar anomalías de medición de los datos de altura 134 y para comprimir, simplificar y / o suavizar los datos de altura. Entonces, el software de habilitación de tela 132 añade los datos de altura 134 al programa de NC 133 para generar un programa de NC potenciado 136 que es capaz de controlar el soplete de corte 120 en tres dimensiones XYZ, y es capaz de iniciar y detener el arco de plasma del soplete de corte para operar solo sobre metal cuando se sigue la trayectoria de corte definida en el programa de NC 133.

Considérese el corte del material 3A en una línea que forma un ángulo recto con respecto al metal desplegado en la figura 2. La exploración en 2D en el plano XY muestra barras regulares como se observa en la figura 4A. En el punto 401 se puede iniciar el arco de plasma, empezando fácilmente en el borde del metal con un soplete vertical. Entonces, este puede cortar hasta el punto 402, punto en el cual se ha de programar el soplete para que se apague. Entonces se puede hacer un recorrido rápido hasta el punto 403, en donde se repite el proceso. Esto se realiza repetidamente en el corte de la línea de 401 a 410, según se requiera. Por ello, lo que era inicialmente un corte en línea recta se ha vuelto, de hecho, una serie de 8 cortes de 401 a 410, con 8 puntos en donde se enciende el soplete y 8 puntos en donde se apaga el mismo, eliminando un problema fundamental para el corte por plasma de este material.

El segundo problema, la altura de soplete, se muestra en la figura 4B. En el presente caso, las barras que se van a cortar se observan en un perfil a escala y se observa que cada barra tiene una parte de arriba sumamente variable que consiste en una cara muy inclinada de izquierda a derecha y una meseta corta. La última barra es sustancialmente más baja. Esto quiere decir que la trayectoria de soplete es conocida no solo en XY sino también en Z, como se muestra. Habitualmente, la punta del soplete se ha de encontrar a no más de 6 mm - 10 mm de la parte de arriba de la barra y esto se puede lograr con bloques de NC que incluyen valores de XY y de Z.

Los orificios en el material proporcionan la posibilidad de un corte casi instantáneo en el borde y no hay necesidad alguna de salidas. La naturaleza cilíndrica de la columna de plasma quiere decir que el soplete se puede iniciar a unos pocos mm hacia el interior del material y apagarse a unos pocos mm del borde debido a que el diámetro de columna para el plasma caliente es a menudo de 2 - 4 mm.

Se ha de hacer notar que no hay requisito alguno de entradas y salidas según el uso común en el corte de placas debido a que no hay necesidad alguna de taladrar el material. Esto es una ventaja para el corte rápido frente al corte de placas, haciendo el corte de metal elaborado quizá más rápido que el corte de placas tradicional. Debido a que los puntos para inicio y detención de borde son bien conocidos con una precisión alta, se debería eliminar el daño al

soplete.

Por supuesto, también existe la posibilidad con una inclinación de soplete de inclinar previamente el soplete para evitar colisiones con las barras casi verticales al inclinar el soplete, como se analizará más adelante, pero esta es una mejora opcional, posible pero no esencial, para las realizaciones divulgadas, para cortar tal material elaborado. Otros materiales tales como una placa plana perforada o estampada o colada 3b y 3d no tienen una altura variable, aunque puede que tenga que hacerse una compensación de una altura variable debido al ángulo del material 110 sobre el lecho 100 en la figura 1. El material también se puede deformar o doblar y esto requiere un ajuste de Z más lento pero necesario mientras se corta. También se ha de tener cuidado en desplazar la trayectoria, como es habitual, la mitad de la anchura de corte sobre el lado de chatarra cuando se corta, de tal modo que se logra un tamaño de componente u orificio correcto como en un corte de NC normal.

En la figura 5A se muestra una trayectoria más compleja sobre el mismo material, una trayectoria de corte circular que produce una trayectoria de XY muy compleja en donde algunos segmentos cortados son bastante largos y otros son muy cortos. Esta trayectoria es básicamente impredecible para un círculo dado sobre este material pero puede ser determinada fácilmente por el software 132 usando la exploración con láser vertical como se describe. El perfil marcado se ilustra en la figura 5B que muestra la sección larga 501 a 502 tiene una superficie en Z compleja 523 que se ha de seguir con un margen no mayor que unos pocos mm para que continúe el arco de plasma.

La figura 6 muestra la determinación de la pendiente A de un segmento de una exploración de 601 a 602. Se puede determinar que la pendiente de 603 a 604 tiene un ángulo A con respecto a la vertical. De forma similar, la pendiente de 604 a 605 está más cerca de la horizontal. La importancia es que, en el metal desplegado, la pendiente puede ser casi vertical mientras que la punta del soplete tiene un ángulo de entre 45 y 55 grados, por lo que, para alcanzar la superficie en 603, es aconsejable inclinar el soplete una cantidad hasta el valor de A o menor que A. Esto puede posibilitar que el soplete permanezca dentro de la distancia de arco de plasma indicada, al tiempo que la punta del soplete no colisiona con la superficie entre 603 y 604. El ángulo de esta inclinación, el azimut C como se muestra, se puede determinar mediante la dirección XY del corte a lo largo de 602.

Esta acomodación para los bordes de mucha pendiente es un perfeccionamiento a las realizaciones divulgadas para materiales más complejos y requiere un dispositivo de inclinación de soplete o bisel que realiza una función similar al dispositivo de pantógrafo (125) en la figura 1.

La figura 7 documenta el eje de inclinación polar A y el eje de azimut C requeridos para orientar el soplete. En esta realización que usa un dispositivo de pantógrafo, estos ángulos son efectuados por la inclinación motorizada de la apertura y el cierre del pantógrafo 125 y la basculación motorizada en torno al árbol de eje de pantógrafo principal a través de la caja 128. Ambas son controladas por unos servoaccionadores en la caja 128, pero este es solo uno de muchos dispositivos potenciales usados para controlar la inclinación y el azimut del soplete y no es, en sí mismo, esencial para las realizaciones divulgadas.

En general, el uso de un enfoque de pasada doble para determinar la trayectoria de plasma y, entonces, el corte de material impredecible como los muchos tipos de metales elaborados con orificios y unas superficies sumamente variables e impredecibles hará el procesamiento de estos metales simple, rápido y seguro, posibilitando la eliminación del peligroso, lento y nada rentable corte manual con sierras, rectificadoras, cizallas y sopletes de mano.

Se pueden hacer cambios en los métodos y sistemas anteriores sin apartarse del alcance en los mismos. Por lo tanto, se debería hacer notar que la materia objeto contenida en la descripción anterior o mostrada en los dibujos adjuntos se debería interpretar como ilustrativa y no en un sentido limitante. Las siguientes reivindicaciones tienen por objeto cubrir todas las características genéricas y específicas descritas en el presente documento, así como todas las afirmaciones del alcance del presente método y sistema que, como una cuestión idiomática, pudiera decirse que caigan entre las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina cortadora de Control Numérico (NC) para el corte por plasma de una tela metálica (110), que comprende:

un ordenador (135) que tiene una memoria y un procesador; un dispositivo de medición de altura por láser (160); un programa de NC (133) almacenado dentro de la memoria que define una trayectoria de corte; y
caracterizada por
un software de habilitación de tela (132) que tiene unas instrucciones legibles por máquina almacenadas dentro de la memoria que, cuando son ejecutadas por el procesador, son capaces de:

controlar la máquina cortadora de NC para realizar una primera pasada a lo largo de la trayectoria de corte con el dispositivo de medición de altura por láser para recoger unos datos de altura (134) de la tela metálica situada sobre un lecho de la máquina cortadora de NC; determinar posiciones para detener un arco de plasma de un soplete de corte (120) de la máquina cortadora de NC en orificios de la tela metálica y reiniciar el arco de plasma del soplete de corte (120) de la máquina cortadora de NC en bordes de metal de la tela metálica basándose en los datos de altura para operar el arco del soplete de corte solo cuando está sobre metal de la tela metálica; y
generar un programa de NC potenciado (136) basándose en el programa de NC, los datos de altura y las posiciones de inicio y de detención para controlar la máquina cortadora de NC para mover el soplete a una altura de corte óptima sobre la tela metálica en una segunda pasada a lo largo de la trayectoria de corte para cortar metal de la tela metálica.

2. La máquina cortadora de NC de la reivindicación 1, en donde la máquina cortadora de NC está configurada para cortar tela metálica que comprende emparillado de refuerzo, metal desplegado, rejilla de barras cruzadas de malla soldada, chapa perforada, placa perforada, materiales tejidos y materiales estampados.

3. La máquina cortadora de NC de la reivindicación 1, en donde el dispositivo de medición de altura por láser durante la primera pasada y el soplete durante la segunda pasada siguen la misma trayectoria de corte, y en donde el soplete está apagado durante la primera pasada.

4. La máquina cortadora de NC de la reivindicación 1, en donde la trayectoria de corte incluye al menos un segmento no lineal, de tal modo que cada una de la primera pasada y la segunda pasada incluye un desplazamiento a lo largo de una trayectoria no lineal.

5. La máquina cortadora de NC de la reivindicación 1, en donde el programa de NC potenciado se genera para controlar la altura del soplete por encima de la tela metálica para facilitar el corte por plasma de la tela metálica.

6. La máquina cortadora de NC de la reivindicación 1, teniendo el software de habilitación de tela unas instrucciones legibles por máquina almacenadas dentro de la memoria que, cuando son ejecutadas por el procesador, son adicionalmente capaces de:

determinar un ángulo y una orientación de soplete de plasma óptimos para superficies en pendiente de la tela metálica basándose en los datos de altura; y
generar el programa de NC potenciado para controlar el soplete para que tenga el ángulo y la orientación de soplete óptimos durante la segunda pasada.

7. La máquina cortadora de NC de la reivindicación 1, teniendo el software de habilitación de tela unas instrucciones legibles por máquina almacenadas dentro de la memoria que, cuando son ejecutadas por el procesador, son adicionalmente capaces de:

implementar uno o más algoritmos para eliminar o corregir mediciones de láser erróneas dentro de los datos de altura que se corresponden con bordes de metal de la tela metálica; e
implementar uno o más algoritmos para suavizar y simplificar los datos de altura para el uso en la generación del programa de NC potenciado.

8. La máquina cortadora de NC de la reivindicación 1, en donde el programa de NC es un programa de NC en XY bidimensional que no incluye información de altura de la tela metálica.

9. La máquina cortadora de NC de la reivindicación 1, en donde el software de habilitación de tela, basándose en los datos de altura, genera el programa de NC potenciado para posibilitar que la máquina cortadora corte la tela metálica sin conocimiento anterior alguno del tipo, la forma, la orientación y / o la posición de la tela metálica.

10. La máquina cortadora de NC de la reivindicación 1, teniendo el software de habilitación de tela unas instrucciones legibles por máquina almacenadas dentro de la memoria que, cuando son ejecutadas por el procesador, son adicionalmente capaces de:
generar el programa de NC potenciado con una anidación de partes para aumentar el rendimiento a partir de la tela

metálica cuando se va a cortar un número de formas a partir de una chapa de la tela metálica.

11. Un método para el corte por plasma de NC de una tela metálica (110) basándose en una trayectoria de corte bidimensional, **caracterizado por** comprender las etapas de:

controlar una máquina cortadora de NC para realizar una primera pasada a lo largo de la trayectoria de corte con el dispositivo de medición de altura por láser (160) para recoger unos datos de altura (134) a partir de la tela metálica situada sobre un lecho de la máquina cortadora de NC;
determinar posiciones para detener un arco de plasma de un soplete de corte (120) de la máquina cortadora de NC en orificios de la tela metálica y reiniciar el arco de plasma del soplete de corte (120) de la máquina cortadora de NC en bordes de metal de la tela metálica basándose en los datos de altura para operar el arco del soplete de corte solo cuando está sobre el metal de la tela metálica; y
generar un programa de NC potenciado (136) basándose en la trayectoria de corte, los datos de altura y las posiciones para iniciar y detener el arco de plasma, para controlar la máquina cortadora de NC para cortar metal de la tela metálica a lo largo de la trayectoria de corte.

12. El método de la reivindicación 11, comprendiendo adicionalmente la etapa de generación añadir los datos de altura a la trayectoria de corte bidimensional para situar el soplete de corte a una altura de corte óptima por encima de la tela metálica cuando se recorre la trayectoria de corte.

13. El método de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente implementar uno o más algoritmos para eliminar o corregir mediciones de láser erróneas en los datos de altura que se corresponden con bordes de metal de la tela metálica.

14. El método de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente implementar uno o más algoritmos para suavizar y simplificar los datos de altura para el uso en la generación del programa de NC potenciado.

15. La máquina cortadora de NC de la reivindicación 1 configurada para, durante la segunda pasada, realizar un recorrido a alta velocidad transversalmente a los orificios en la tela metálica entre detener el soplete de corte y reiniciar el soplete de corte.

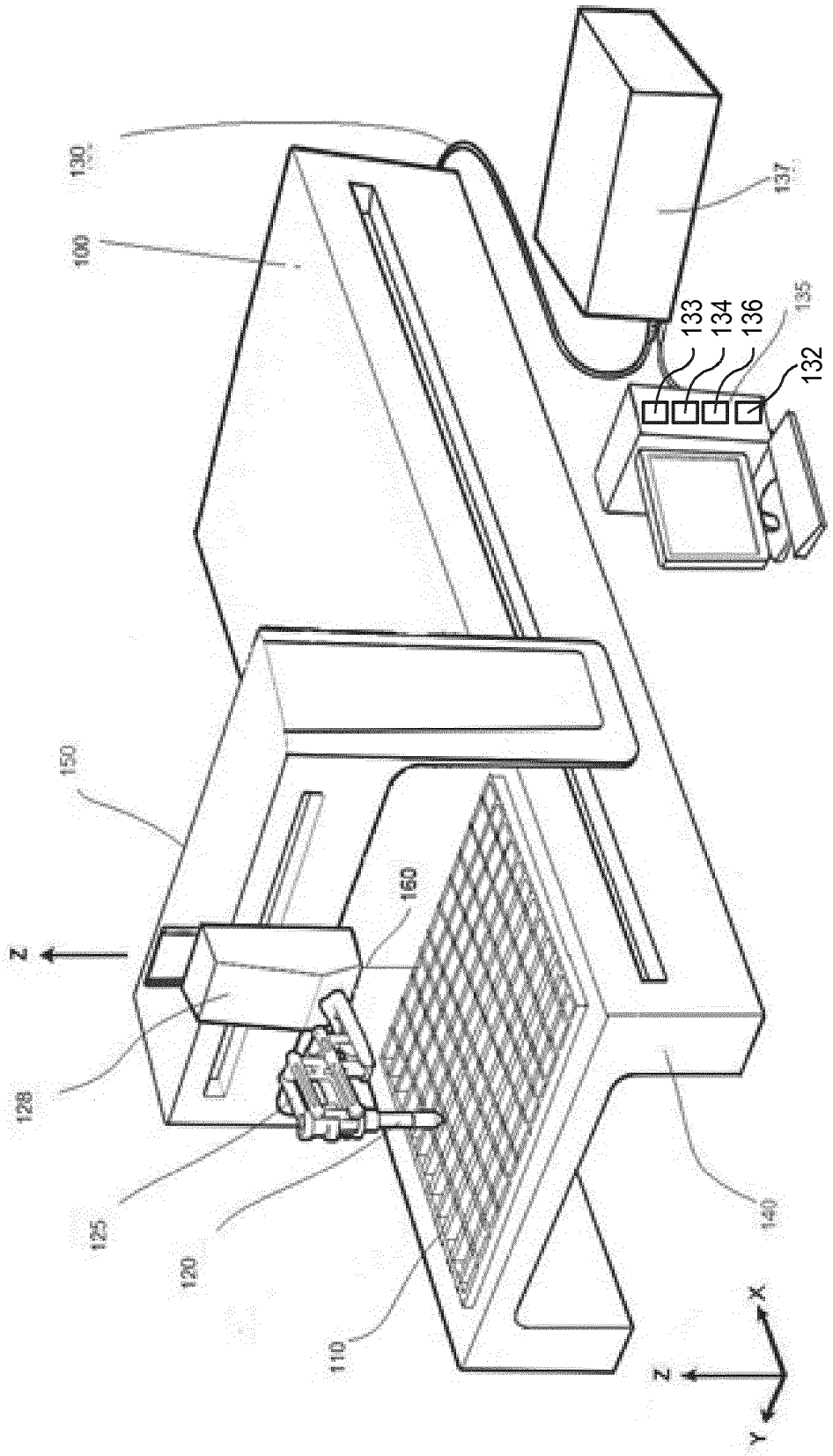

FIG. 1

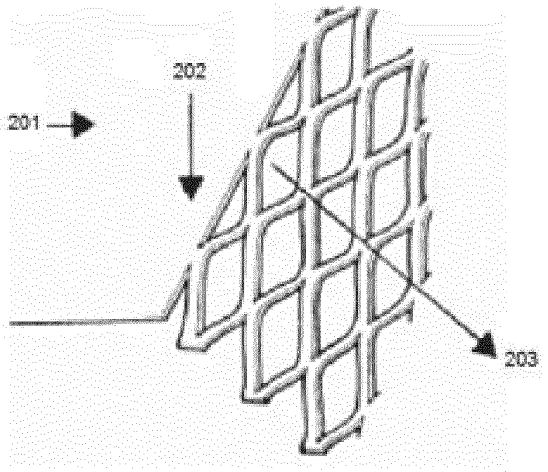

FIG. 2

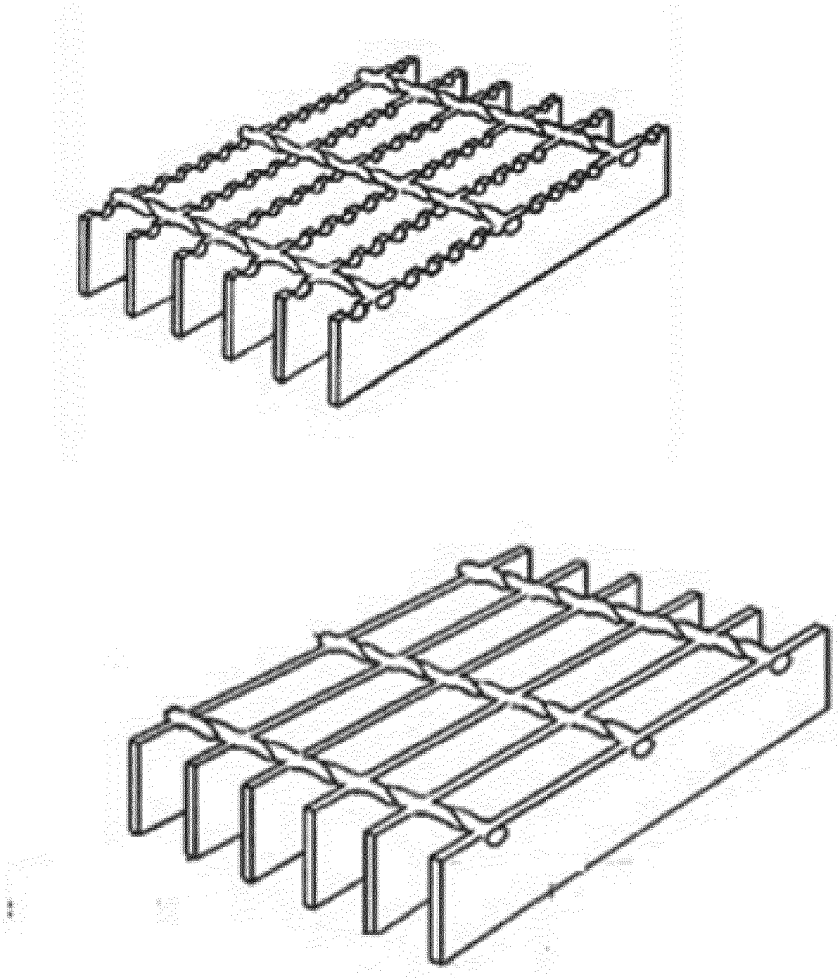

FIG. 3A

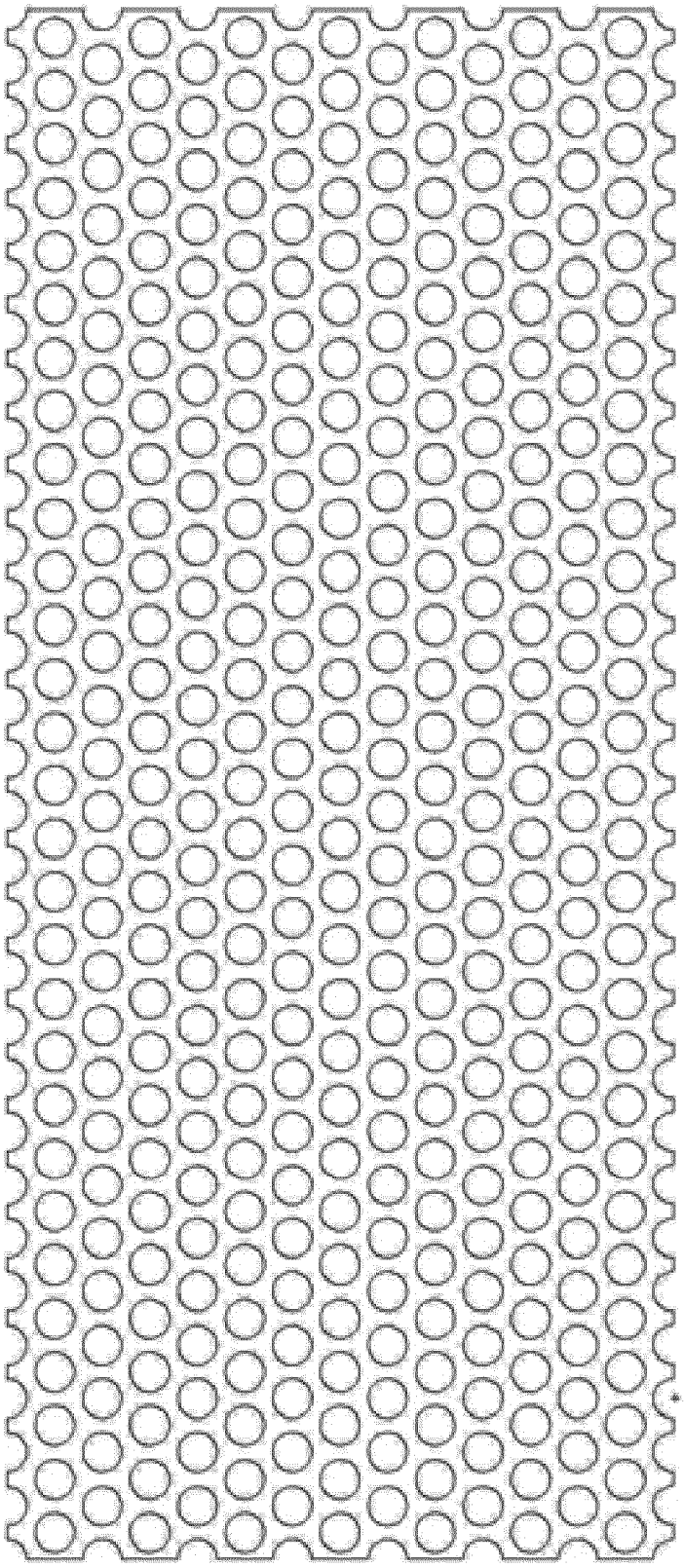

FIG. 3B

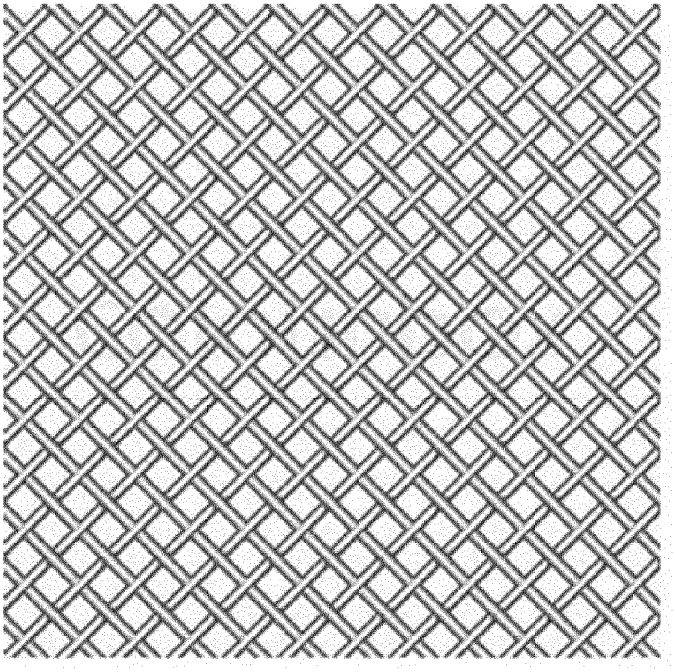

FIG. 3C

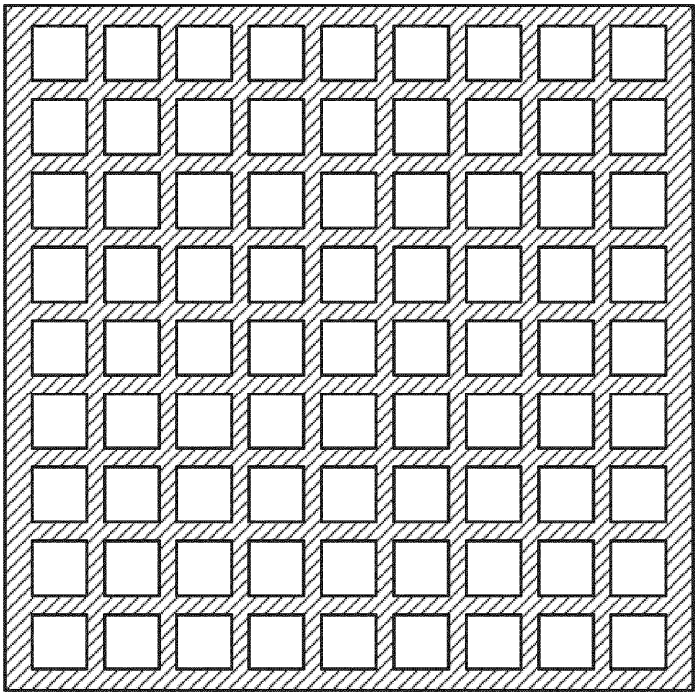

FIG. 3D

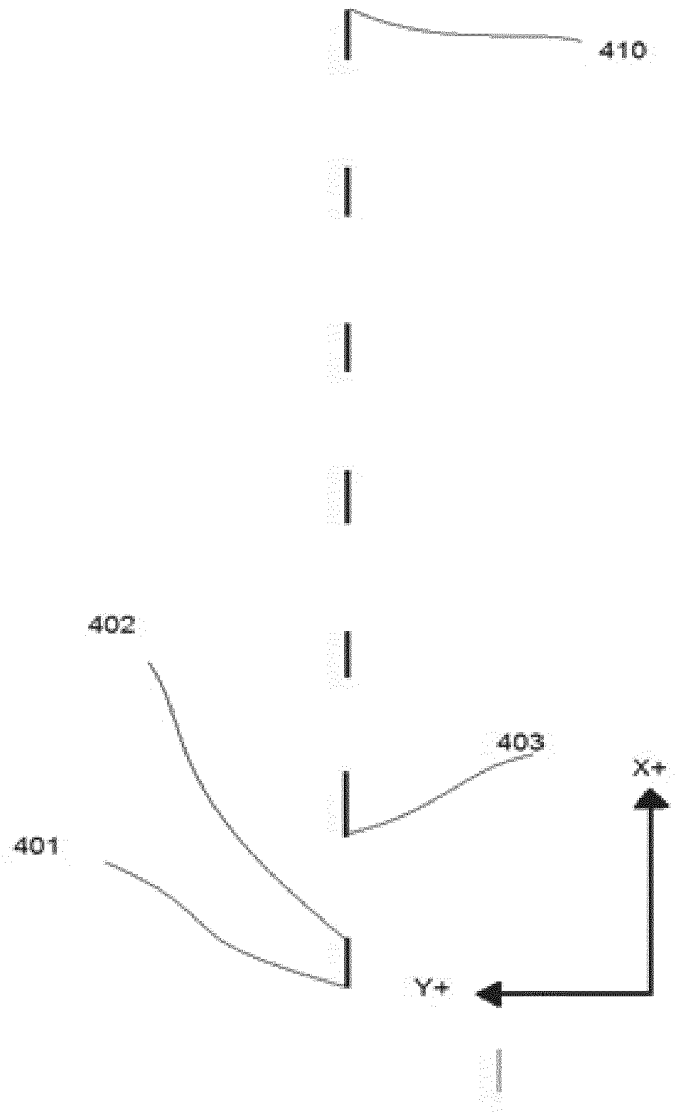

FIG. 4A

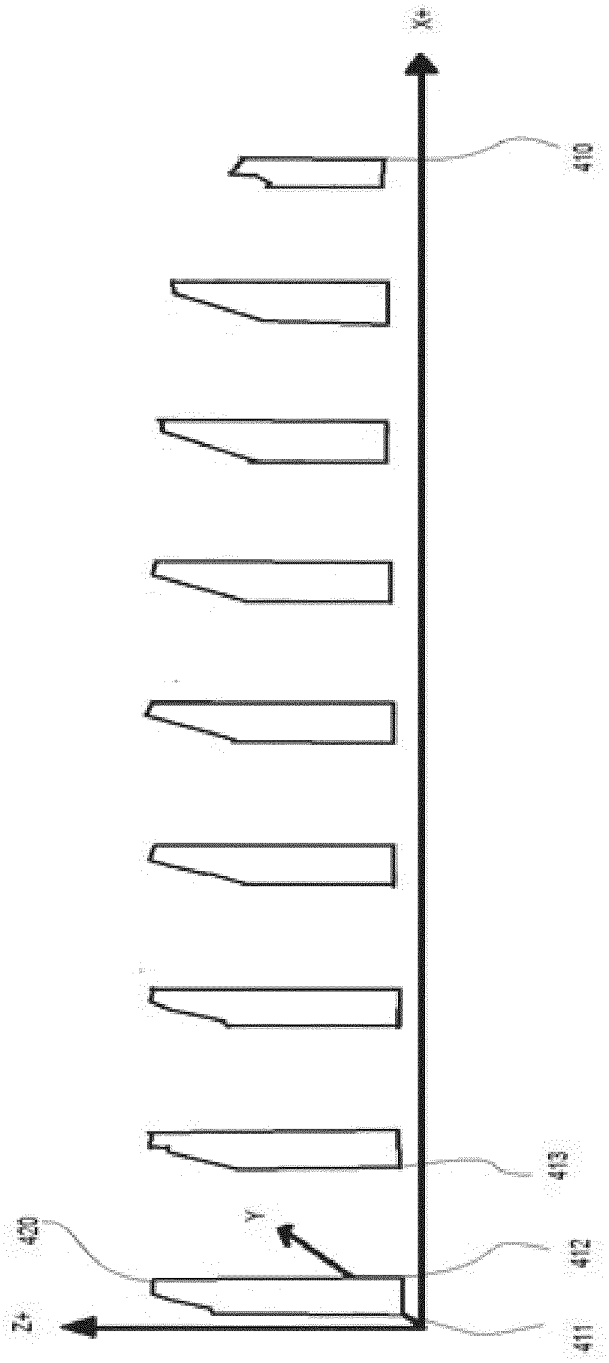

FIG. 4B

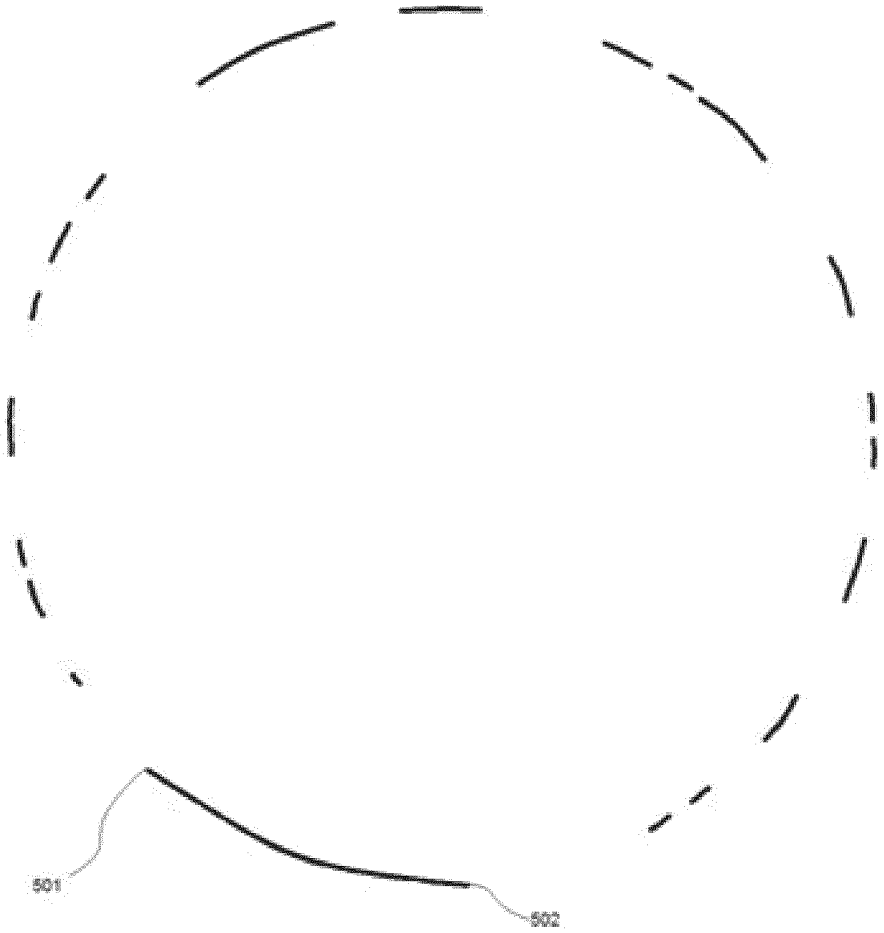

FIG. 5A

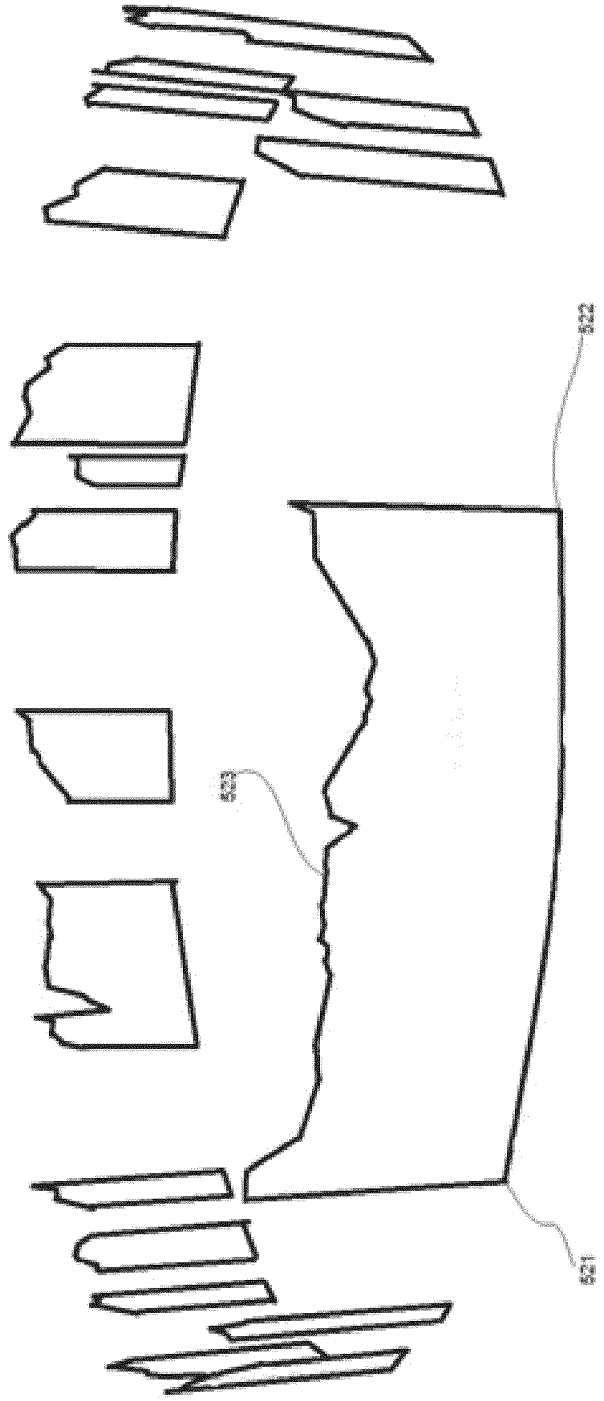

FIG. 5B

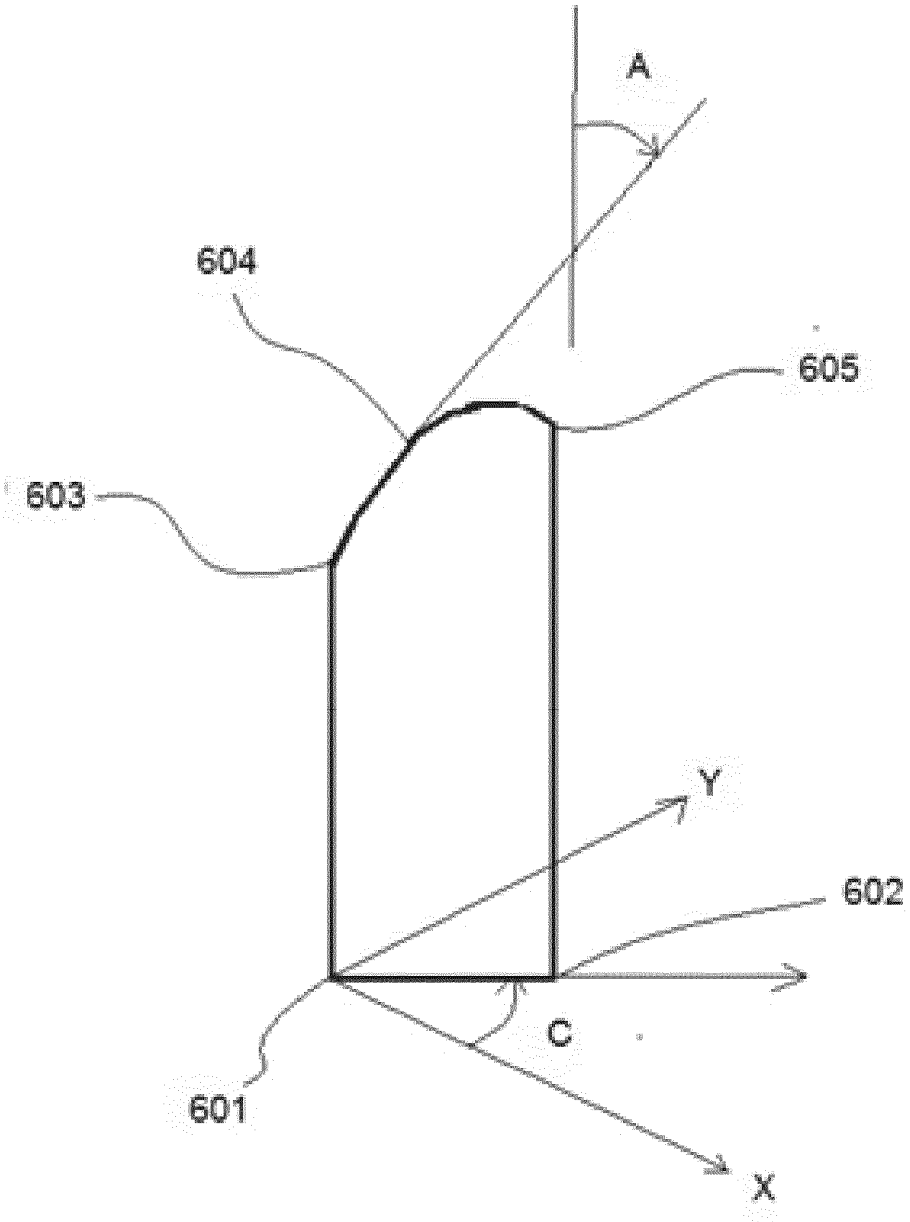

FIG. 6

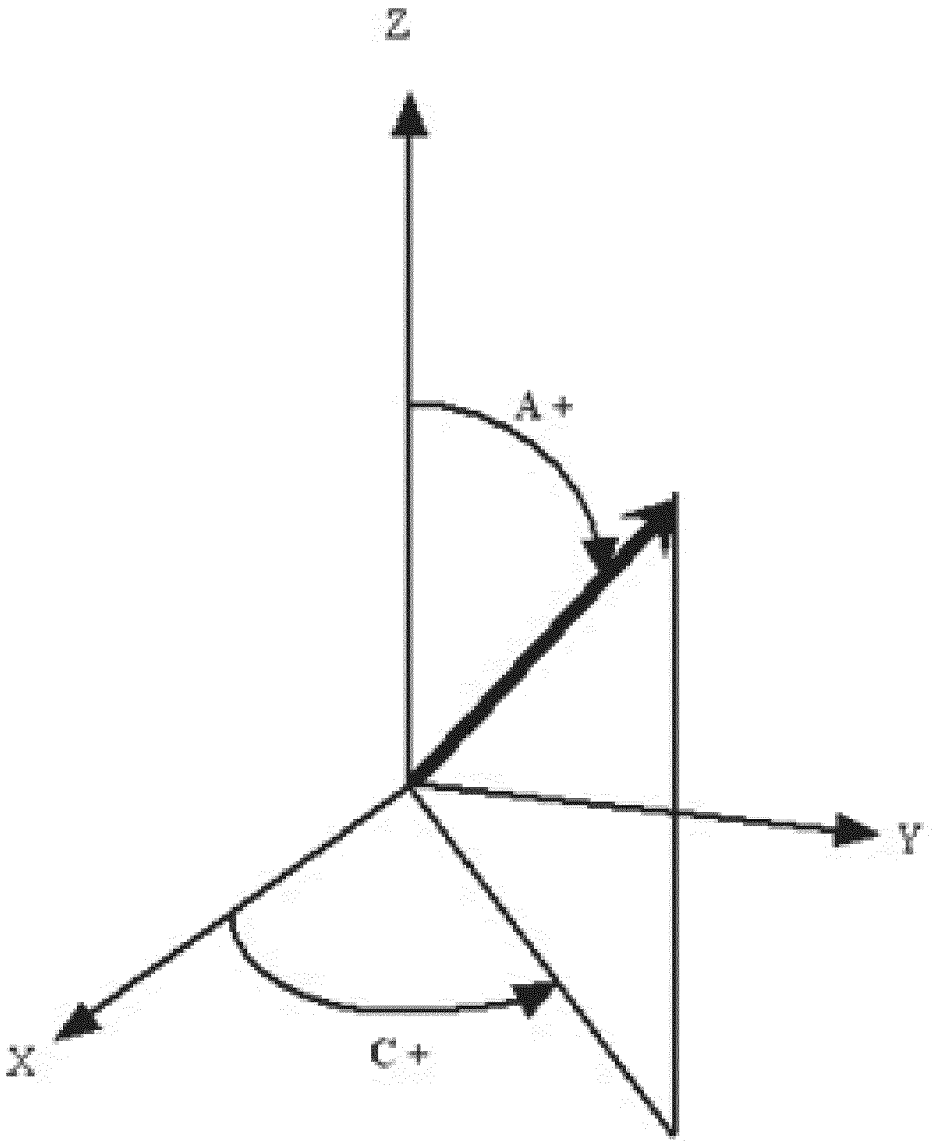

FIG. 7