

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 961 480**

51 Int. Cl.:

B29C 53/04 (2006.01)

B21D 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2022** **E 22192090 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2023** **EP 4180205**

54 Título: **Métodos para su uso en el procesamiento de material de un material laminar bidimensional**

30 Prioridad:

30.08.2021 SE 2151044

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
12.03.2024

73 Titular/es:

**STILRIDE AB (100.0%)
Augustendalsvägen 51
131 52 Nacka Strand, SE**

72 Inventor/es:

BEIJER, TUE

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 961 480 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

Métodos para su uso en el procesamiento de material de un material laminar bidimensional

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere generalmente al procesamiento de material de un material laminar bidimensional en un objeto con forma tridimensional, típicamente un objeto con forma tridimensional deseada.

10 En particular se relaciona con un método realizado por un dispositivo informático para su uso en el procesamiento de material de un material laminar bidimensional.

Otros aspectos de esta divulgación que no forman parte de la invención reivindicada se relacionan con un método realizado por un robot industrial, que complementa el método mencionado anteriormente realizado por el dispositivo informático. En otras palabras, algunos aspectos de esta divulgación se relacionan con i) un método realizado por un robot industrial para el procesamiento de material de un material laminar bidimensional, ii) un robot industrial correspondiente, iii) un objeto de forma tridimensional formado por el método, iv) el uso de dicho objeto así como v) un programa informático correspondiente.

20 Antecedentes

Doblar o plegar materiales en láminas, o materiales laminares, es una de las operaciones más comunes que se realizan en la fabricación industrial.

25 El plegado de un material laminar se realiza típicamente aplicando una fuerza al material, fuerza que generalmente también debe exceder el límite elástico del material para lograr una deformación plástica. Existen varios métodos convencionales para doblar materiales laminares. La mayoría de estos métodos convencionales usan una matriz para doblar, tal como doblar en V, doblar por fondo, doblar con aire, acuñar, doblar en U, doblar por etapas, todos restringidos por el radio necesario, la longitud de la pestaña de la herramienta y la matriz, y la fuerza necesaria para doblar. Otro método es el plegado por rodillos, usado para fabricar tubos o conos, o el plegado rotativo.

30 Por lo general, las dimensiones críticas que deben tenerse en cuenta al instalar chapa metálica en un software CAD son el espesor de la chapa, el factor k y el radio de curvatura.

35 Los materiales tal como el aluminio normalmente requieren menos fuerza, y los materiales tal como el acero inoxidable requieren más fuerza en comparación con un acero convencional con un límite elástico de aproximadamente 400 MPa. Sin embargo, doblar o plegar un material laminar en bruto, es decir, un objeto sustancialmente bidimensional en una forma u objeto tridimensional, tiene sus limitaciones, incluso en la fase de diseño y conversión, por ejemplo, en una instrucción de Diseño Asistido por Computadora (CAD).

40 Convencionalmente, un material de acero o similar solo se puede plegar en una dimensión a la vez. Esto significa que en la construcción convencional de objetos tridimensionales a menudo deben ensamblarse y soldarse entre sí mediante muchas partes diferentes y que la extensión de la forma tridimensional en la lámina bidimensional implica cortar piezas individuales. En algunas aplicaciones, se puede construir un objeto tridimensional mediante plegado secuencial en una dimensión. Esto impone limitaciones tanto al uso del material como al diseño final del objeto tridimensional deseado.

45 La publicación de solicitud de patente US 2019/197202 A1 se citó durante el procedimiento ante la Oficina Europea de Patentes. El documento US 2019/197202 A1 describe un método para calcular una parte sin doblar de una parte doblada modelada de un objeto tridimensional

Sumario

55 Es en vista de las consideraciones anteriores y otras que se han realizado las realizaciones descritas en esta divulgación. Esta divulgación reconoce el hecho de que existe una necesidad de técnicas mejoradas para plegar láminas bidimensionales en objetos tridimensionales.

60 Por lo tanto, un objeto general de algunos aspectos y realizaciones descritos a lo largo de la presente divulgación es proporcionar técnicas mejoradas para el procesamiento de láminas bidimensionales. También sería ventajoso permitir la provisión de un objeto plegado mediante dicho método y sus usos.

El objeto se aborda en las reivindicaciones independientes adjuntas.

65 Realizaciones ventajosas se exponen en las reivindicaciones dependientes adjuntas y en la siguiente descripción.

Según un primer aspecto, se proporciona un método realizado por un dispositivo informático para el procesamiento

de material de un material laminar bidimensional. El método comprende: obtener información relacionada con un diseño de un objeto tridimensional, obtener información relacionada con características de material de dicho material a un dispositivo informático, definir al menos una superficie primaria y al menos una superficie secundaria correspondiente, y una relación geométrica entre dichas superficie primaria y superficie secundaria correspondiente, en donde la superficie secundaria es un reflejo de la superficie primaria en un plano bidimensional, y en donde si dicha superficie primaria es cóncava dicha superficie secundaria es convexa, o si dicha superficie primaria es convexa dicha superficie secundaria es cóncava; proporcionar una instrucción digital para extender y plegar posteriormente una lámina bidimensional, en donde dicha instrucción digital se basa en las superficies primaria y secundaria definidas, respectivamente, y dichas características de material.

En algunas realizaciones, proporcionar dicha instrucción digital para extender y plegar posteriormente una lámina bidimensional comprende transmitir, o enviar de otro modo, dicha instrucción digital a un robot industrial para extender y plegar posteriormente la lámina bidimensional por medio del robot industrial.

Por ejemplo, el robot industrial puede estar ubicado de forma remota desde el dispositivo informático.

Convencionalmente, un acero, o materiales similares, solo se pueden doblar o plegar en una dimensión a la vez. Esto significa que en la construcción convencional de objetos de acero tridimensionales, es decir, el diseño de láminas de metal que consta de superficies curvas tradicionalmente necesita ser estampado o ensamblado con diferentes partes.

Mediante el método inventivo, en el que se define una superficie secundaria correspondiente a una superficie primaria, es posible crear una instrucción digital para extender completamente y plegar posteriormente una lámina bidimensional en un objeto con forma tridimensional, sin unir muchas partes diferentes entre sí. Por extensión completamente desarrollada se entiende que las superficies del objeto laminar bidimensional están unidas, lo que significa que el objeto tridimensional formado a partir de ellas no requiere unir muchas partes diferentes. La implementación del plegado curvo permite crear un volumen mayor para un volumen técnico, p. ej., baterías u otros equipos, sin comprometer el diseño. Esto se debe en gran medida a que con el plegado curvo es posible incorporar volúmenes sin pliegues adicionales, en comparación con el plegado en líneas rectas.

Como se usa en el presente documento, se entiende por dispositivo informático cualquier dispositivo capaz de obtener (p. ej., recibir) y procesar la información como se define anteriormente. Normalmente, el dispositivo informático también es capaz de proporcionar (p. ej., transmitir) la instrucción digital a un robot industrial como se describe anteriormente. El dispositivo informático puede estar realizado, por ejemplo, como ordenador de sobremesa, ordenador portátil, tableta o teléfono inteligente.

Generalmente se puede usar un programa de Diseño Asistido por Computadora (CAD) en el dispositivo informático. El método definido anteriormente puede implementarse, por ejemplo, como un programa informático complementario a un programa CAD convencional y ejecutarse en cualquier dispositivo informático adecuado, como se describirá con mayor detalle en el presente documento.

Según el primer aspecto, dicho plegado se puede realizar plegando a lo largo de una curva de la lámina bidimensional, en donde dicha curva se define sobre un plano bidimensional.

La implementación del plegado curvo permite crear un volumen mayor para un volumen técnico, p. ej., baterías u otros equipos, sin comprometer el diseño. Esto se debe al proceso de plegado curvo donde es posible incorporar un mayor volumen sin pliegues adicionales, en comparación con el plegado convencional en líneas rectas o. Por tanto, el plegado curvo requiere además un menor número de pliegues para rodear un volumen.

Según el primer aspecto, en el que dicho plano bidimensional cruza una única superficie plegada, se crea una intersección, y en donde la superficie secundaria es un reflejo de la superficie bajo dicho plano bidimensional y se refleja a través de dicho plano bidimensional. La superficie secundaria es un reflejo de la continuación de la superficie primaria a través del plano de plegado bidimensional.

Esto significa que la intersección del plano bidimensional y la superficie primaria crea la curva definida en el plano bidimensional, lo que permite una definición precisa del diseño tridimensional y una extensión completamente desarrollada. La definición de la superficie secundaria es fundamental para conseguir una extensión completamente desarrollada. El plano bidimensional también se puede describir como plano de plegado.

Las características del material pueden ser una cualquiera o una combinación de espesor, tipo de material, dureza, tenacidad, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, resistencia a la fatiga, corrosión, plasticidad, maleabilidad, fluencia y estructura del material y dimensión del material, y en donde dichas características del material definen condiciones límite para dicho plegado de dicha lámina bidimensional. Alternativamente, se usan otras características del material o diferentes como entrada al dispositivo informático.

Según una alternativa del primer aspecto, la superficie primaria puede ser la superficie que controla el diseño del objeto tridimensional.

Según otra alternativa, la curva puede controlar el diseño del objeto tridimensional.

5 El diseño de forma tridimensional puede definirse además mediante un diseño de interfaz basado en un volumen técnico y requisitos ergonómicos del objeto de forma tridimensional.

10 El método inventivo de plegado curvo permite por tanto una integración del diseño y la construcción del objeto tridimensional, que puede ser, por ejemplo, un vehículo tal como un ciclomotor o una motocicleta. El volumen técnico puede ser, por ejemplo, la batería, la dirección y otros dispositivos técnicos necesarios, y los requisitos ergonómicos pueden ser, por ejemplo, la forma del sillín, etc.

Según el primer aspecto, el plegado puede ser realizado por robots industriales a través de intersecciones rectas de dicho pliegue curvo.

15 El robot industrial puede tener uno o más brazos robóticos. El plegado puede realizarse mediante operaciones de plegado convencionales tales como, p. ej., plegado con rodillos. El plegado con rodillos es una operación de plegado preferida por el robot industrial, que permite plegar el material de forma sencilla. Además, mediante el uso de robots industriales para el plegado de la lámina bidimensional se puede crear una instrucción digital en una ubicación alejada del robot digital. La instrucción digital se puede proporcionar a varios robots industriales en diferentes ubicaciones al mismo tiempo, lo que permite un proceso de producción ágil y descentralizado, que se puede adaptar a las necesidades del cliente, y también reduce la necesidad de envío del objeto tridimensional. Por ejemplo, se puede crear una instrucción digital para plegar una lámina de metal en una motocicleta en un estudio de diseño y enviarla a una instalación de producción cercana al cliente, en lugar de ensamblar la motocicleta en un solo lugar y enviarla al cliente.

25 Según el primer aspecto, el plegado se puede realizar de manera que se forme al menos un par compuesto de superficies convexas y cóncavas, formando así dicho objeto con forma tridimensional. Esto significa que el número de pliegues puede ser uno cualquiera desde uno hasta una cantidad infinita de pliegues. Aún más, una vez que se ha realizado un pliegue a lo largo de una curva predefinida, se puede realizar otro pliegue a lo largo de otra curva predefinida.

30 El material laminar bidimensional puede ser uno cualquiera de un metal o un material plástico, y dicho material metálico puede ser uno cualquiera de un acero, un acero inoxidable y un aluminio.

35 Según una alternativa, el material puede ser un acero inoxidable que tiene un límite elástico en el intervalo de 1100 a 1400 MPa y un espesor en el intervalo de 1 a 1,50 mm, y en donde dicho material se pliega sin templado previo de dicho material.

40 El límite elástico es una medida de la fuerza requerida para iniciar la deformación del material, es decir, doblar o plegar el material. Normalmente el acero requiere ser templado, de lo contrario permanece muy frágil. Mediante el método inventivo se ha descubierto sorprendentemente que las instrucciones digitales para una extensión completa y el plegado por robot industrial permiten plegar el material laminar en bruto sin tratamiento térmico previo, ya que se puede alcanzar el umbral de deformación plástica del material, es decir, la inercia alcanzada es suficientemente grande para plegar incluso un material quebradizo, sin romperlo, y para que permanezca en estado plegado.

45 Según un segundo aspecto, se proporciona un objeto en forma de una forma geométrica tridimensional, en donde dicho material se ha plegado a partir de un material laminar bidimensional en dicho objeto de forma geométrica tridimensional mediante el método según el primer aspecto.

50 Según un tercer aspecto, se proporciona el uso del objeto definido en el segundo aspecto para la fabricación de uno cualquiera de un vehículo, un mueble y una herramienta.

55 Según un cuarto aspecto, se proporciona un programa informático que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador, hacen que el al menos un procesador lleve a cabo el método según el primer aspecto descrito anteriormente.

También se puede proporcionar un portador. El portador comprende el programa informático según el cuarto aspecto. El portador puede ser, por ejemplo, una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador.

60 Según un quinto aspecto, se proporciona un dispositivo informático que comprende un procesador y una memoria. La memoria comprende instrucciones ejecutables por dicho procesador mediante las que dicho dispositivo informático es operativo para realizar el método según el primer aspecto.

65 Según un sexto aspecto, se proporciona al menos un robot industrial adaptado para recibir una instrucción digital según el primer aspecto de la invención.

A continuación, se resumirán con mayor detalle aspectos y realizaciones adicionales de la presente divulgación.

Según un séptimo aspecto, se proporciona un método realizado por un dispositivo informático para su uso en el procesamiento de material de un material laminar bidimensional. El método comprende:

obtener información relacionada con un diseño deseado de un objeto tridimensional, obtener información relacionada con las características del material del material laminar bidimensional, definir una superficie primaria y una superficie secundaria del diseño deseado del objeto tridimensional, y definir una relación geométrica entre dicha superficie primaria y superficie secundaria, en donde

la superficie secundaria es un reflejo de la superficie primaria en un plano bidimensional, y en donde cuando dicha superficie primaria es cóncava, dicha superficie secundaria es convexa, o cuando dicha superficie primaria es convexa, dicha superficie secundaria es cóncava; y

proporcionar, o crear de otro modo, una instrucción digital para una extensión completamente desarrollada y un posterior plegado de una lámina bidimensional en el diseño deseado obtenido del objeto tridimensional, en donde dicha instrucción digital se basa en las superficies primaria y secundaria definidas, respectivamente, y dichas características del material obtenidas.

En algunas realizaciones, el método puede comprender además: transmitir dicha instrucción digital a un robot industrial para la extensión y posterior plegado de la lámina bidimensional por medio del robot industrial.

En algunas realizaciones, el dispositivo informático es integral con el robot industrial.

En otras realizaciones, el robot industrial está separado y es distinto del dispositivo informático. Por ejemplo, el robot industrial puede estar ubicado de forma remota desde el dispositivo informático.

En algunas realizaciones, dicho plegado se realiza plegando a lo largo de una curva de la lámina bidimensional, y dicha curva se define sobre un plano bidimensional. En algunas realizaciones, cuando dicho plano bidimensional cruza una única superficie plegada, se crea una intersección, en donde la superficie secundaria es un reflejo de la superficie debajo de dicho plano bidimensional y se refleja a través de dicho plano bidimensional.

En algunas realizaciones, dichas características del material son una cualquiera o una combinación de espesor, tipo de material, dureza, tenacidad, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, resistencia a la fatiga, corrosión, plasticidad, maleabilidad, fluencia y estructura del material y dimensión del material. Además, dichas características del material definen condiciones límite para dicho plegado de dicha lámina bidimensional.

En algunas realizaciones, dicha superficie primaria es la superficie que controla el diseño deseado del objeto tridimensional.

En algunas realizaciones, dicha curva controla el diseño deseado del objeto tridimensional.

En algunas realizaciones, dicho diseño deseado de forma tridimensional se define además mediante un diseño de interfaz basado en un volumen técnico y requisitos ergonómicos del objeto de forma tridimensional.

En algunas realizaciones, el plegado lo realiza dicho robot industrial a través de intersecciones rectas de dicho pliegue curvo. En algunas realizaciones, dicho plegado se realiza de manera que se forme al menos un par compuesto de superficies convexas y cóncavas, formando así dicho diseño deseado del objeto tridimensional.

En algunas realizaciones, dicho material laminar bidimensional es uno cualquiera de un material metálico o plástico. Por ejemplo, dicho metal es uno cualquiera de entre un acero, un acero inoxidable y un aluminio. Por ejemplo, dicho metal puede ser un acero inoxidable que tiene un límite elástico en el intervalo de 1100 a 1400 MPa y un espesor en el intervalo de 1 a 1,50 mm, caracterizado por que dicho metal se pliega sin templado previo de dicho material.

Según un octavo aspecto, se proporciona un objeto en forma de una forma geométrica tridimensional, en donde dicho objeto se ha plegado a partir de un material laminar bidimensional en dicho objeto de forma geométrica tridimensional usando, o utilizando de otro modo, el método del séptimo aspecto.

Según un noveno aspecto, se proporciona un uso del objeto del octavo aspecto para la fabricación de uno cualquiera de un vehículo (p. ej., una motocicleta), un mueble o una herramienta.

Según un décimo aspecto, se proporciona un programa informático que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador, hacen que el al menos un procesador lleve a cabo el método según el séptimo aspecto. También se puede proporcionar un portador que comprenda el programa informático del décimo aspecto. El portador puede ser, por ejemplo, una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador.

Según un undécimo aspecto, se proporciona un dispositivo informático para su uso en el procesamiento de material de un material laminar bidimensional.

- 5 En una primera implementación, el dispositivo informático comprende un procesador y una memoria, comprendiendo dicha memoria instrucciones ejecutables por dicho procesador mediante las cuales dicho dispositivo informático es operativo para realizar el método según el séptimo aspecto.

En una segunda implementación, el dispositivo informático comprende:

- 10 medios adaptados para obtener información relacionada con un diseño deseado de un objeto tridimensional, medios adaptados para obtener información relacionada con las características de material del material laminar bidimensional, medios adaptados para definir una superficie primaria y una superficie secundaria del diseño deseado del objeto tridimensional, y
- 15 medios adaptados para definir una relación geométrica entre dicha superficie primaria y superficie secundaria, en donde la superficie secundaria es un reflejo de la superficie primaria en un plano bidimensional, y en donde cuando dicha superficie primaria es cóncava, dicha superficie secundaria es convexa, o cuando dicha superficie primaria es convexa, dicha superficie secundaria es cóncava; y
- 20 medios adaptados para proporcionar, o crear de otro modo, una instrucción digital para una extensión completamente desarrollada y posterior plegado de una lámina bidimensional en el diseño deseado obtenido del objeto tridimensional, en donde dicha instrucción digital se basa en las superficies primaria y secundaria definidas, respectivamente, y dichas características del material obtenidas.

- 25 En algunas realizaciones, el dispositivo informático comprende medios adaptados para transmitir dicha instrucción digital a un robot industrial para la extensión y posterior plegado de la lámina bidimensional por medio del robot industrial.

- 30 En algunas realizaciones, el dispositivo informático puede ser integral con el robot industrial.

En otras realizaciones, el robot industrial puede estar separado y ser distinto del dispositivo informático. Por ejemplo, el robot industrial puede estar ubicado de forma remota desde el dispositivo informático.

- 35 En algunas realizaciones, dicho plegado se realiza plegando a lo largo de una curva de la lámina bidimensional, en donde dicha curva se define sobre un plano bidimensional.

- En algunas realizaciones, cuando dicho plano bidimensional cruza una única superficie plegada, se crea una intersección, y la superficie secundaria es un reflejo de la superficie debajo de dicho plano bidimensional y se refleja a través de dicho plano bidimensional.
- 40

- En algunas realizaciones, dichas características del material son una cualquiera o una combinación de espesor, tipo de material, dureza, tenacidad, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, resistencia a la fatiga, corrosión, plasticidad, maleabilidad, fluencia y estructura del material y dimensión del material, y en donde dichas características del material definen condiciones límite para dicho plegado de dicha lámina bidimensional.
- 45

En algunas realizaciones, dicha superficie primaria es la superficie que controla el diseño deseado del objeto tridimensional.

- 50 En algunas realizaciones, dicha curva controla el diseño deseado del objeto tridimensional.

En algunas realizaciones, dicho diseño deseado de forma tridimensional se define además mediante un diseño de interfaz basado en un volumen técnico y requisitos ergonómicos del objeto de forma tridimensional.

- 55 En algunas realizaciones, el plegado lo realiza dicho robot industrial a través de intersecciones rectas de dicho pliegue curvo.

En algunas realizaciones, dicho plegado se realiza de manera que se forme al menos un par compuesto de superficies convexas y cóncavas, formando así dicho diseño deseado del objeto tridimensional.

- 60 En algunas realizaciones, dicho material laminar bidimensional es uno cualquiera de un material metálico o plástico.

- En algunas realizaciones, dicho material metálico es uno cualquiera de acero, acero inoxidable y aluminio. Por ejemplo, dicho material metálico puede ser un acero inoxidable que tiene un límite elástico en el intervalo de 1100 a 1400 MPa y un espesor en el intervalo de 1 a 1,50 mm, caracterizado por que dicho material metálico se pliega sin templado previo de dicho material.
- 65

En una tercera implementación, el dispositivo informático comprende un procesador y una memoria. Dicha memoria comprende instrucciones ejecutables por dicho procesador mediante las cuales dicho dispositivo informático es operativo para:

obtener información relacionada con un diseño deseado de un objeto tridimensional, obtener información relacionada con las características de material del material laminar bidimensional, definir una superficie primaria y una superficie secundaria del diseño deseado del objeto tridimensional, y definir una relación geométrica entre dicha superficie primaria y superficie secundaria, en donde

la superficie secundaria es un reflejo de la superficie primaria en un plano bidimensional, y en donde cuando dicha superficie primaria es cóncava, dicha superficie secundaria es convexa, o cuando dicha superficie primaria es convexa, dicha superficie secundaria es cóncava; y

proporcionar, o crear de otro modo, una instrucción digital para una extensión completamente desarrollada y un posterior plegado de una lámina bidimensional en el diseño deseado obtenido del objeto tridimensional, en donde dicha instrucción digital se basa en las superficies primaria y secundaria definidas, respectivamente, y dichas características del material obtenidas.

En algunas realizaciones, el dispositivo informático puede comprender además un transmisor configurado para transmitir dicha instrucción digital a un robot industrial para la extensión y posterior plegado de la lámina bidimensional por medio del robot industrial.

En algunas realizaciones, el dispositivo informático puede ser integral con el robot industrial.

En algunas realizaciones, el robot industrial puede estar separado y ser distinto del dispositivo informático. En algunas realizaciones, el robot industrial puede estar ubicado de forma remota desde el dispositivo informático.

En algunas realizaciones, dicho plegado se realiza plegando a lo largo de una curva de la lámina bidimensional, en donde dicha curva se define sobre un plano bidimensional.

En algunas realizaciones, cuando dicho plano bidimensional cruza una única superficie plegada, se crea una intersección, y la superficie secundaria es un reflejo de la superficie debajo de dicho plano bidimensional y se refleja a través de dicho plano bidimensional.

En algunas realizaciones, dichas características del material son una cualquiera o una combinación de espesor, tipo de material, dureza, tenacidad, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, resistencia a la fatiga, corrosión, plasticidad, maleabilidad, fluencia y estructura del material y dimensión del material, y en donde dichas características del material definen condiciones límite para dicho plegado de dicha lámina bidimensional.

En algunas realizaciones, dicha superficie primaria es la superficie que controla el diseño deseado del objeto tridimensional.

En algunas realizaciones, dicha curva controla el diseño deseado del objeto tridimensional.

En algunas realizaciones, dicho diseño deseado de forma tridimensional se define además mediante un diseño de interfaz basado en un volumen técnico y requisitos ergonómicos del objeto de forma tridimensional.

En algunas realizaciones, el plegado lo realiza dicho robot industrial a través de intersecciones rectas de dicho pliegue curvo.

En algunas realizaciones, dicho plegado se realiza de manera que se forme al menos un par compuesto de superficies convexas y cóncavas, formando así dicho diseño deseado del objeto tridimensional.

En algunas realizaciones, dicho material laminar bidimensional es uno cualquiera de un material metálico o plástico.

En algunas realizaciones, dicho material metálico es uno cualquiera de acero, acero inoxidable y aluminio.

En algunas realizaciones, dicho material es un acero inoxidable que tiene un límite elástico en el intervalo de 1100 a 1400 MPa y un espesor en el intervalo de 1 a 1,50 mm, caracterizado por que dicho material se pliega sin templado previo de dicho material.

En una cuarta implementación, el dispositivo informático comprende:

un primer módulo configurado para obtener información relacionada con un diseño deseado de un objeto tridimensional,

- un segundo módulo configurado para obtener información relacionada con las características de material del material laminar bidimensional,
un tercer módulo configurado para definir una superficie primaria y una superficie secundaria del diseño deseado del objeto tridimensional, y
5 un cuarto módulo configurado para definir una relación geométrica entre dicha superficie primaria y superficie secundaria, en donde
- la superficie secundaria es un reflejo de la superficie primaria en un plano bidimensional, y en donde cuando dicha superficie primaria es cóncava, dicha superficie secundaria es convexa, o cuando dicha superficie
10 primaria es convexa, dicha superficie secundaria es cóncava; y
- un quinto módulo configurado para proporcionar, o crear de otro modo, una instrucción digital para una extensión completamente desarrollada y un posterior plegado de una lámina bidimensional en el diseño deseado obtenido del objeto tridimensional, en donde dicha instrucción digital se basa en las superficies primaria y secundaria
15 definidas, respectivamente, y dichas características del material obtenidas.
- En algunas realizaciones, los módulos primero, segundo, tercero, cuarto y/o quinto se combinan en un módulo común.
- En algunas realizaciones, el dispositivo informático puede comprender además un transmisor configurado para transmitir dicha instrucción digital a un robot industrial para la extensión y posterior plegado de la lámina bidimensional por medio del robot industrial.
20
- En algunas realizaciones, el dispositivo informático puede ser integral con el robot industrial.
- En algunas realizaciones, el robot industrial puede estar separado y ser distinto del dispositivo informático. En algunas realizaciones, el robot industrial está ubicado de forma remota desde el dispositivo informático.
25
- En algunas realizaciones, dicho plegado se realiza plegando a lo largo de una curva (CF) de la lámina bidimensional, en donde dicha curva se define sobre un plano bidimensional.
30
- En algunas realizaciones, cuando dicho plano bidimensional cruza una única superficie plegada, se crea una intersección, y la superficie secundaria es un reflejo de la superficie debajo de dicho plano bidimensional y se refleja a través de dicho plano bidimensional.
- En algunas realizaciones, dichas características del material son una cualquiera o una combinación de espesor, tipo de material, dureza, tenacidad, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, resistencia a la fatiga, corrosión, plasticidad, maleabilidad, fluencia y estructura del material y dimensión del material, y en donde dichas características del material definen condiciones límite para dicho plegado de dicha lámina bidimensional.
35
- En algunas realizaciones, dicha superficie primaria es la superficie que controla el diseño deseado del objeto tridimensional.
40
- En algunas realizaciones, dicha curva controla el diseño deseado del objeto tridimensional.
- En algunas realizaciones, dicho diseño deseado de forma tridimensional se define además mediante un diseño de interfaz basado en un volumen técnico y requisitos ergonómicos del objeto de forma tridimensional.
45
- En algunas realizaciones, el plegado lo realiza dicho robot industrial a través de intersecciones rectas de dicho pliegue curvo.
50
- En algunas realizaciones, dicho plegado se realiza de manera que se forme al menos un par compuesto de superficies convexas y cóncavas, formando así dicho diseño deseado del objeto tridimensional.
- En algunas realizaciones, dicho material laminar bidimensional es uno cualquiera de un material metálico o plástico.
55
- En algunas realizaciones, dicho material metálico es uno cualquiera de acero, acero inoxidable y aluminio.
- En algunas realizaciones, dicho material es un acero inoxidable que tiene un límite elástico en el intervalo de 1100 a 1400 MPa y un espesor en el intervalo de 1 a 1,50 mm, caracterizado por que dicho material se pliega sin templado previo de dicho material.
60
- Según un duodécimo aspecto, se proporciona un método realizado por un robot industrial para el procesamiento de material de un material laminar bidimensional. El método comprende:
- 65 proporcionar un material laminar bidimensional;
obtener una instrucción digital para la extensión y posterior plegado de la lámina bidimensional proporcionada por

medio del robot industrial;
ejecutar la instrucción digital obtenida para producir, o crear de otro modo, un diseño deseado de un objeto tridimensional a partir del material laminar bidimensional proporcionado.

5 Como se apreciará, la instrucción digital se ha creado, producido o proporcionado de otro modo ventajosamente usando o utilizando de otro modo cualquiera de los métodos mencionados anteriormente realizados por el dispositivo informático.

10 En algunas realizaciones, obtener la instrucción digital para la extensión y posterior plegado de la lámina bidimensional proporcionada por medio del robot industrial comprende: recibir dicha instrucción digital desde un dispositivo informático.

En algunas realizaciones, el dispositivo informático puede ser integral con el robot industrial.

15 En algunas realizaciones, el robot industrial puede estar separado y ser distinto del dispositivo informático.

En algunas realizaciones, el robot industrial puede estar ubicado de forma remota desde el dispositivo informático.

20 Según un decimotercer aspecto, se proporciona un programa informático que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador, hacen que el al menos un procesador lleve a cabo el método según el duodécimo aspecto.

25 También se puede proporcionar un portador que comprenda el programa informático del decimotercer aspecto. El portador puede ser, por ejemplo, una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador.

Según un decimocuarto aspecto, se proporciona un robot industrial para el procesamiento de material de un material laminar bidimensional.

30 Según una primera implementación, el robot industrial puede comprender un procesador y una memoria, comprendiendo dicha memoria instrucciones ejecutables por dicho procesador mediante las cuales dicho dispositivo informático es operativo para realizar el método según el duodécimo aspecto.

35 Según una segunda implementación, el robot industrial puede comprender: medios adaptados para proporcionar un material laminar bidimensional;

40 medios adaptados para obtener una instrucción digital para la extensión y posterior plegado de la lámina bidimensional proporcionada por medio del robot industrial;
medios adaptados para ejecutar la instrucción digital obtenida para producir, o crear de otro modo, un diseño deseado de un objeto tridimensional a partir del material laminar bidimensional proporcionado.

En algunas realizaciones, el robot industrial puede comprender medios adaptados para recibir dicha instrucción digital desde un dispositivo informático.

45 En algunas realizaciones, el dispositivo informático puede ser integral con el robot industrial.

En algunas realizaciones, el robot industrial puede estar separado y ser distinto del dispositivo informático. En algunas realizaciones, el robot industrial puede estar ubicado de forma remota desde el dispositivo informático.

50 Según una tercera implementación, el robot industrial comprende un procesador y una memoria, comprendiendo dicha memoria instrucciones ejecutables por dicho procesador mediante las cuales dicho robot industrial es operativo para: proporcionar un material laminar bidimensional;

55 obtener una instrucción digital para la extensión y posterior plegado de la lámina bidimensional proporcionada por medio del robot industrial; y
ejecutar la instrucción digital obtenida para producir, o crear de otro modo, un diseño deseado de un objeto tridimensional a partir del material laminar bidimensional proporcionado.

60 En algunas realizaciones, dicha memoria comprende además instrucciones ejecutables por dicho procesador mediante las cuales dicho robot industrial es operativo para: recibir, a través de un receptor, dicha instrucción digital desde un dispositivo informático.

En algunas realizaciones, el dispositivo informático puede ser integral con el robot industrial.

65 En algunas realizaciones, el robot industrial está separado y distinto del dispositivo informático. Por ejemplo, el robot industrial puede estar ubicado de forma remota desde el dispositivo informático.

Según una cuarta implementación, el robot industrial comprende:

- 5 un primer módulo configurado para proporcionar un material laminar bidimensional;
un segundo módulo configurado para obtener una instrucción digital para la extensión y posterior plegado de la lámina bidimensional proporcionada mediante el robot industrial; y
un tercer módulo configurado para ejecutar la instrucción digital obtenida para producir, o crear de otro modo, un diseño deseado de un objeto tridimensional a partir del material laminar bidimensional proporcionado.
- 10 En algunas realizaciones, los módulos primero, segundo y/o tercero pueden combinarse en un módulo común.

En algunas realizaciones, el robot industrial comprende además un receptor configurado para recibir, a través de un receptor, dicha instrucción digital desde un dispositivo informático.
- 15 En algunas realizaciones, el dispositivo informático puede ser integral con el robot industrial.

En algunas realizaciones, el robot industrial puede estar separado y ser distinto del dispositivo informático. Por ejemplo, el robot industrial puede estar ubicado de forma remota desde el dispositivo informático.
- 20 Según un decimoquinto aspecto, se proporciona un objeto en forma de una forma geométrica tridimensional, en donde dicho objeto se ha plegado a partir de un material laminar bidimensional en dicho objeto de forma geométrica tridimensional mediante el método del duodécimo aspecto.
- 25 Según un decimosexto aspecto, se proporciona un uso del objeto del decimoquinto aspecto para la fabricación de uno cualquiera de un vehículo (p. ej., una motocicleta), un mueble o una herramienta.

Según un decimoséptimo aspecto, se proporciona un sistema. El sistema comprende un dispositivo informático y un robot industrial. El sistema puede realizarse en un entorno informático distribuido. El dispositivo informático puede realizarse según uno cualquiera de los aspectos mencionados anteriormente con respecto al dispositivo informático.
- 30 Asimismo, el robot industrial puede realizarse según uno cualquiera de los aspectos mencionados anteriormente con respecto al robot industrial.

Según un decimoctavo aspecto, se proporciona un objeto con forma geométrica tridimensional. Dicho objeto se ha plegado a partir de un material laminar bidimensional hasta dicho objeto de forma geométrica tridimensional mediante el sistema del decimoséptimo aspecto.
- 35 Según un decimonoveno aspecto, se proporciona un uso del objeto del decimoctavo aspecto para la fabricación de uno cualquiera de un vehículo (p. ej., una motocicleta), un mueble o una herramienta.
- 40 Varios aspectos y realizaciones descritos en el presente documento permiten una técnica mejorada de procesamiento de material. El inventor se ha dado cuenta de que cuando se define una superficie secundaria correspondiente a una superficie primaria, es posible crear una instrucción digital para extender completamente y plegar posteriormente una lámina bidimensional en un objeto con la forma tridimensional deseada, sin unir muchas partes diferentes entre sí. Por extensión completamente desarrollada se entiende que las superficies del objeto laminar bidimensional están unidas,
- 45 lo que significa que el objeto tridimensional deseado formado a partir de ella no requiere unir muchas partes diferentes. La implementación del plegado curvo permite crear un volumen mayor para un volumen técnico, p. ej., baterías u otros equipos, sin comprometer el diseño. Esto se debe en gran medida a que con el plegado curvo es posible incorporar volúmenes sin pliegues adicionales, en comparación con el plegado en líneas rectas.
- 50 Además, es ventajoso permitir una solución informática distribuida. Esto añade flexibilidad en el sentido de que la instrucción digital puede ser proporcionada, o creada de otro modo, por un dispositivo informático en una ubicación y enviada a un(os) robot(s) industrial(es) en una segunda (otra) ubicación para el procesamiento de material *per se* del material laminar bidimensional en el objeto de forma tridimensional deseado. Por ejemplo, el dispositivo informático puede estar ubicado en Suecia y los robots industriales en Australia. En un posible escenario de caso de uso, un usuario en Suecia define un objeto 3D deseado, así como las características del material bidimensional que se desea usar en el procesamiento del material. Un dispositivo informático operado por el usuario en Suecia puede obtener información relacionada con el diseño 3D deseado y las características del material bidimensional que se desea usar en el procesamiento del material. Entonces se puede proporcionar una instrucción digital para una extensión completamente desarrollada y un posterior plegado de una lámina bidimensional en el diseño deseado obtenido del
- 60 objeto tridimensional, en donde esta instrucción digital se basa en superficies primarias y secundarias definidas, respectivamente, y dichas características del material. La instrucción digital puede comunicarse a los robots industriales en Australia. Cuando el material bidimensional se proporciona al(os) robot(s) industrial(es) en Australia y dicho(s) robot(s) industrial(es) recibe(n) la instrucción digital, el(los) robot(s) industrial(es) puede(n) ejecutar la instrucción digital y de ese modo crear, o de otro modo, producir el diseño 3D deseado. Además de la flexibilidad, esto
- 65 también permite dimensiones adicionales en la personalización de la producción de objetos 3D en diferentes materiales tal como metal o plástico. También se cree que esta solución distribuida para el procesamiento de material

puede reducir ventajosamente la huella general de CO₂ al fabricar ciertos productos tales como vehículos (p. ej., motocicletas), muebles o similares.

Breve descripción de los dibujos

5 Se describirán ahora a modo de ejemplo aspectos y realizaciones de la presente solución con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos.

10 La figura 1 muestra un diagrama de flujo del método inventivo de acuerdo con un aspecto de la invención; la figura 2 muestra una relación geométrica entre una superficie primaria y secundaria;
la figura 3 muestra un pliegue curvo y una superficie primaria y secundaria;
la figura 4 muestra cómo se crea un pliegue curvo;
la figura 5 ilustra un soporte que comprende un programa informático;
la figura 6 ilustra una implementación ilustrativa de un dispositivo informático;
15 la figura 7 ilustra un sistema en un entorno informático distribuido, en donde el sistema incluye al menos un dispositivo informático y al menos un robot industrial a una distancia del al menos un dispositivo informático.
La figura 8 muestra un diagrama de flujo de un método realizado por un dispositivo informático de acuerdo con un aspecto de la invención;
la figura 9 muestra un diagrama de flujo de un método realizado por un robot industrial de acuerdo con un aspecto de la invención;
20 la figura 10 muestra un objeto tridimensional formado según el método de la invención; y
las figuras 11a-b son ilustraciones de ejemplo de reglas matemáticas y geométricas que pueden usarse en el método descrito en esta divulgación.

25 Descripción detallada

La figura 1 ilustra el método para el procesamiento de material de un material laminar bidimensional. En la etapa 101 se proporciona información relacionada con un diseño de un objeto tridimensional a un dispositivo informático 102. En otras palabras, el dispositivo informático obtiene (p. ej., recibe) información relacionada con un diseño de un objeto 30 tridimensional. El dispositivo informático puede ser cualquier dispositivo de procesamiento de datos adecuado, pero generalmente es un ordenador que implementa software ventajosamente para programas informáticos de diseño y construcción tales como diseño asistido por computadora (CAD). El método inventivo puede implementarse, por ejemplo, como un programa complementario para cualquier software CAD convencional. Generalmente, el diseño se crea en un programa CAD y el método inventivo se puede aplicar, por ejemplo, al diseño a través del dispositivo 35 informático.

La información relacionada con las características del material se proporciona 102' a dicho dispositivo informático, por ejemplo, mediante un operador que introduce los datos específicos en una máquina informática, o alternativamente mediante el uso de procesos automatizados o integrados para definir las características del material. En otras palabras, 40 el dispositivo informático 102 obtiene (p. ej., recibe) la información relacionada con las características del material. En la etapa 102", el dispositivo informático 102 define, o determina de otro modo, al menos una superficie primaria y al menos una superficie secundaria del diseño, y una relación geométrica 102" entre dicha superficie primaria y superficie secundaria. La determinación de la superficie primaria y secundaria se realiza mediante operaciones matemáticas conocidas por el experto, que deben combinarse con las características del material para lograr el resultado deseado 45 del método según la invención, es decir, la instrucción digital para la extensión y posterior plegado 104 de una lámina bidimensional para conseguir una forma u objeto tridimensional. La geometría matemática y las reglas por sí solas solo proporcionan una indicación de este resultado final.

La salida del dispositivo informático es una instrucción digital para extender 103, que es una extensión completamente desarrollada del objeto de forma tridimensional sobre la lámina bidimensional. En una extensión completamente desarrollada, todas las superficies están conectadas o unidas, a diferencia de una extensión convencional donde las superficies que posteriormente forman una forma tridimensional deben cortarse en piezas individuales que se unen, por ejemplo, soldando, mediante el método inventivo cada pliegue curvo elimina así una sección de soldadura. Esto significa que después del proceso de plegado el objeto tridimensional podría volver a desplegarse hasta formar una 50 lámina bidimensional completa. En la extensión completamente desarrollada, la curva a lo largo de la cual se va a realizar el pliegue se define por tanto sobre un plano bidimensional. La instrucción digital también puede comprender instrucciones para cortar dicha lámina bidimensional si es necesario. En estos casos, las superficies pueden soldarse, p. ej., soldarse con láser, en una fase bidimensional y luego plegarse en la forma tridimensional u objeto de diseño.

60 Por tanto, el método inventivo requiere una combinación de las reglas geométricas y las características del material para crear la instrucción digital y la definición de la superficie secundaria necesaria para la extensión completamente desarrollada.

En la figura 2 se ilustra la relación geométrica entre la superficie secundaria SS y la superficie primaria PS que está determinada por las reglas geométricas para plegar o doblar un material laminar a lo largo de un pliegue curvo CF. Como se ilustra, la superficie secundaria SS es un reflejo de la superficie primaria PS en un plano bidimensional, plano 65

2D. Además, si dicha superficie primaria PS es cóncava, dicha superficie secundaria SS es convexa, o si dicha superficie primaria PS es convexa, dicha superficie secundaria SS es cóncava, lo que también se ilustra en la figura 3. La relación entre la superficie curva única y la superficie primaria y la superficie secundaria que definen el pliegue curvo se ilustra con más detalle en las figuras 11a y 11b, respectivamente.

La instrucción digital para plegar 104 o doblar el material laminar bidimensional en un objeto con forma tridimensional puede proporcionarse a un robot industrial que esté configurado para realizar la operación de plegado. En otras palabras, la instrucción digital puede transmitirse o enviarse de otro modo a un robot industrial para su posterior procesamiento del material. El robot industrial puede estar ubicado de forma remota desde el dispositivo informático.

En el plegado convencional de una lámina bidimensional, se define una curva en un plano bidimensional, y el resultado del plegado es una única superficie convexa plegada en un lado de la curva y una única superficie cóncava plegada en el otro lado de la curva.

En el método inventivo se definen la superficie secundaria SS y primaria PS y el pliegue curvo CF y las superficies cóncava y convexa se extienden en el plano bidimensional de la lámina. Esto permite el plegado de una superficie doblemente plegada.

La figura 4 ilustra que el pliegue curvo se crea en un proceso de plegado, operado por robots industriales, a lo largo de una única superficie plegada a través de las intersecciones rectas SI de dicho pliegue curvo CF, creando por tanto al menos un par compuesto de superficies convexas y cóncavas que se forma, formando de ese modo posteriormente dicho objeto con forma tridimensional. Por tanto, el plegado se realiza plegando a lo largo de una curva de la lámina bidimensional, en donde dicha curva se define sobre un plano bidimensional. Esto también se ilustra con más detalle en las figuras 11a y 11b.

Como se usa en el presente documento, un robot industrial pretende ser un robot de fabricación automatizado, programable y capaz de moverse en tres o más ejes. La configuración o programación de movimientos y secuencias para un robot industrial normalmente se enseña vinculando el controlador del robot a un ordenador portátil, ordenador de escritorio o red (interna o Internet), es decir, como el dispositivo informático 102. Además de esto, el método puede realizarse mediante cualquier maquinaria de fabricación capaz de ser programable de acuerdo con la presente divulgación.

La operación de plegado puede, según una realización, realizarse mediante al menos dos brazos robóticos que simultáneamente, en lados opuestos del material laminar, se mueven a lo largo de un pliegue curvo, por ejemplo usando una operación de plegado con rodillo.

El material laminar puede ser cualquier material adecuado para plegar, dependiendo de los requisitos del objeto tridimensional final.

En una realización, el material es un material plástico.

En otra realización más preferida, el material es un material metálico. Las alternativas de materiales metálicos pueden ser acero, acero inoxidable o aluminio, o diferentes tipos de aleaciones y combinaciones de materiales. Sin embargo, también se pueden usar otros materiales metálicos.

Las características del material que se proporcionan al dispositivo informático 102 dependerán del material específico usado.

Según el método inventivo, las características del material establecen las condiciones límite para el plegado, junto con la relación geométrica entre la superficie primaria y secundaria.

La característica del material puede incluir espesor, tipo de material, dureza, tenacidad, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, resistencia a la fatiga, corrosión, plasticidad, maleabilidad, fluencia y estructura del material y dimensión del material, pero también puede incluir otras características. En una realización, se puede usar una lámina de acero DC01 que tiene un espesor en el intervalo de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 2,5 mm. El acero DC01 es un producto plano de acero con bajo contenido de carbono de calidad laminado en frío estándar europeo para conformado en frío. En algunas aplicaciones, el acero puede tener un espesor superior a 2,5 mm. Generalmente, dicho acero estructural puede tener un límite elástico en el intervalo de 100 a 1100 MPa, un 0,2 % de compensación y una dureza (HV) en el intervalo de 80 a 250, y una resistencia a la tracción en el intervalo de 250 a 1100 MPa.

El material se puede seleccionar en función de las propiedades del material, los requisitos de ductilidad, las propiedades de tenacidad y las propiedades de espesor pasante.

Preferentemente, el material es un material plastificante, lo que significa que el material es capaz de deformarse sin romperse.

Volviendo ahora a la figura 5, se analizará brevemente otro aspecto. La figura 5 muestra un ejemplo de un medio legible por ordenador, en este ejemplo en forma de un disco de datos 500. En una realización, el disco de datos 500 es un disco de almacenamiento de datos magnético. El disco de datos 500 está configurado para transportar instrucciones 510 que pueden cargarse en una memoria de un dispositivo informático 102. Tras la ejecución de dichas instrucciones por un procesador del dispositivo informático 102, se hace que el dispositivo informático 102 ejecute un método o procedimiento según una cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento junto con las figuras 1 a 4. El disco de datos 500 está dispuesto para conectarse a o dentro y leerse mediante un dispositivo de lectura (no mostrado), para cargar las instrucciones en el procesador. Un ejemplo de este tipo de dispositivo de lectura en combinación con un (o varios) disco(s) de datos 500 es un disco duro. Cabe señalar que el medio legible por ordenador también puede ser otros medios tales como discos compactos, discos de vídeo digitales, memorias flash u otras tecnologías de memoria comúnmente usadas. En tal realización, el disco de datos 500 es un tipo de medio tangible legible por ordenador. Alternativamente, las instrucciones pueden descargarse a un dispositivo de lectura de datos de ordenador, tal como un dispositivo informático 102 capaz de leer datos codificados por ordenador en un medio legible por ordenador, comprendiendo las instrucciones en una señal legible por ordenador (no mostrada) que se transmite a través de una interfaz inalámbrica (o cableada) (por ejemplo a través de Internet) al dispositivo de lectura de datos de ordenador para cargar las instrucciones en un procesador del dispositivo informático 102. En tal realización, la señal legible por ordenador es un tipo de medio no tangible legible por ordenador.

Con referencia a la figura 6, se describirá con mayor detalle una implementación ilustrativa del dispositivo informático 102 de la figura 1. El dispositivo informático está configurado para ejecutar, o realizar de otro modo, cualquiera de los métodos descritos anteriormente con referencia a las figuras 1 a 4, ya sea por sí solo o como parte de un sistema. Como se ilustra esquemáticamente en la figura 6, el dispositivo informático 102 puede comprender uno o más procesadores y una o más memorias. Además, se puede proporcionar una interfaz de comunicaciones (I/F) para permitir que el dispositivo informático 102 se comunique con otros dispositivos y/o sistemas de servidor, p. ej., a través de una red como Internet. Para ello, la interfaz de comunicaciones (I/F) puede comprender un transmisor (Tx) y un receptor (Rx). Alternativamente, la interfaz de comunicaciones (I/F) puede comprender un transceptor (Tx/Rx) que combina capacidades de transmisión y recepción. La interfaz de comunicaciones (I/F) puede incluir una interfaz de radiofrecuencia (RF) que permite que el dispositivo informático 102 se comunique con otros dispositivos y/o sistemas de servidor a través de una banda de radiofrecuencia mediante el uso de diferentes tecnologías de radiofrecuencia tales como, p. ej., 5G NR (Nueva radio), LTE (Evolución a largo plazo), WCDMA (Acceso múltiple por división de código de banda ancha), cualquier otra red celular estandarizada por el Proyecto Asociación de Tercera Generación (3GPP), o cualquier otra tecnología inalámbrica tal como WiFi, Bluetooth®, etc. El dispositivo informático 102 puede comprender además una interfaz de usuario, que en alguna implementación puede estar compuesta por una pantalla y un teclado. Ventajosamente, pero no necesariamente, la interfaz de usuario 230 incluye una pantalla sensible al tacto. Como tal, la pantalla sensible al tacto puede ser una pantalla táctil sobre la cual se pueden mostrar y operar teclas virtuales.

Ejemplos

En un ensayo, el método inventivo se realizó mediante una herramienta (MK2) que tenía dos pinzas que apretaban la placa de metal a cada lado del caballete y seguían el caballete rodando hacia arriba y hacia abajo, mientras que al mismo tiempo la placa se dobla o pliega más y más. Los dedos de agarre para dos robots industriales se diseñaron con cojinetes de bolas integrados para poder rodar sobre la superficie. Las pruebas demostraron que los cojinetes de bolas deben montarse en la parte superior para permitir una curva precisa. Se pueden usar diferentes tipos y diseños de herramientas y robots industriales, y el método inventivo no se limita al uso de la herramienta como se describe en el ensayo. Como no se consideraba posible doblar la placa en una sola etapa cuando las pinzas robóticas siguen la línea de doblado, se realizó un procedimiento de doblado por etapas para la operación del método.

El resultado del ensayo se resume en la Tabla 1 a continuación.

En un ejemplo (N.º 1) se usó una lámina de acero estructural convencional, acero DC01 (material EN 10130, 1.0330), que tenía un espesor de aproximadamente 1,25 mm, en otro ejemplo se usó una lámina de acero DC01 que tenía un espesor de aproximadamente 2 mm (N.º 4). El acero DC01 es un producto plano de acero con bajo contenido de carbono de calidad laminado en frío estándar europeo para conformado en frío.

En un ejemplo (N.º 2) se usó un acero inoxidable (EN 1.4301) que tenía un espesor de 0,5 mm.

En un ejemplo (N.º 3) se usó una lámina de aluminio y zinc que tenía un espesor de 1,25 mm.

Tabla 1. Resultados del ensayo

Proyecto N.º	Pruebas	Resultados	Curva	Curva hacia arriba [grados]	Curva hacia abajo [grados]	Herramienta	Espesor [mm]	Material
1	5	Buenos debido al pequeño radio de doblado en comparación con la curva objetivo de 60 grados	10	64	60	MK2	1,25	Acero laminado en frío grado DC 01 de 1,25 mm
2	5	Buenos debido al pequeño radio de doblado en comparación con la curva objetivo de 60 grados	10	60	59	MK2	0,50	0,5 mm Inoxidable EN 1.4301
3	5	Buenos debido al pequeño radio de doblado en comparación con la curva objetivo de 60 grados	10	61	61	MK2	1,25	1,25 mm Aluminio-Zinc
4	5	Buenos debido al pequeño radio de doblado en comparación con la curva objetivo de 60 grados	10	64	63	MK2	2,00	Bobina de acero laminado en frío de grado CC de 2 mm

5 En ensayo mostró un buen comportamiento a la flexión mediante la aplicación del método inventivo operado por la herramienta (MK2), en todos los ejemplos.

10 En un ejemplo alternativo, se plegó permanentemente un acero inoxidable que tenía un límite elástico de 1300 MPa y un espesor en el rango de 1,25 mm implementando el método inventivo sin templado o tratamiento térmico previo del acero inoxidable. Esto fue posible porque con el método inventivo que usa brazos robóticos y plegado con rodillos, solo se pliega una pieza a la vez. A diferencia de un pliegue recto, que está limitado por el espesor del material, el pliegue curvo se tensa como un arco, lo que contrarresta el efecto y la fuerza del espesor del material y actúa para bloquear el pliegue curvo en su lugar.

15 A un experto en la técnica le vendrán a la mente modificaciones y otras variantes de las realizaciones descritas que se beneficien de las enseñanzas presentadas junto con las figuras 1 a 6. Para dilucidar aún más los aspectos y realizaciones de esta divulgación, se describirán aspectos y realizaciones adicionales de la presente divulgación en relación con las figuras 7-9.

20 La figura 7 ilustra un sistema en un entorno informático distribuido, en donde el sistema 700 incluye al menos un dispositivo informático 710a-n y al menos un robot industrial 720. Como se apreciará, pueden existir varios robots industriales, p. ej., colocados en diferentes lugares de Europa, como se ilustra en la figura. Naturalmente, Europa es solo un ejemplo y los robots industriales pueden ubicarse en cualquier continente. Como se puede ver en la figura, el uno o más dispositivos informáticos 710 pueden estar ubicados de forma remota (es decir, a distancia) de los robots industriales 720.

25 La figura 8 muestra un diagrama de flujo de un método realizado por un dispositivo informático 710a-n para uso en el procesamiento de material de un material laminar bidimensional.

Acción 810: Se obtiene información relacionada con, o de otro modo indicativa de, un diseño deseado de un objeto

tridimensional.

En algunas realizaciones, el dispositivo informático 710a-n puede recibir esta información, p. ej., a través de una interfaz de usuario operada por un usuario u operador. En otras realizaciones, esta información puede recibirse desde un dispositivo informático remoto (no mostrado) que comunica dicha información al dispositivo informático 710a-n.

Acción 820: Se obtiene información relacionada con las características de material del material laminar bidimensional. En algunas realizaciones, el dispositivo informático 710a-n puede recibir esta información, p. ej., a través de una interfaz de usuario operada por un usuario u operador. En otras realizaciones, esta información puede recibirse desde un dispositivo informático remoto (no mostrado) que comunica dicha información al dispositivo informático 710a-n. Todavía en otras realizaciones, el dispositivo informático 710a-n puede obtener esta información leyendo ópticamente esta información de un código legible por máquina (p. ej., un código de barras tal como un código QR) impreso en el material laminar bidimensional en cuestión.

Acción 830: Se definen una superficie primaria y una superficie secundaria del diseño deseado del objeto tridimensional. Esto se ha descrito anteriormente en esta divulgación y no se describirá más aquí.

Acción 840: Se define una relación geométrica entre dicha superficie primaria y superficie secundaria, en donde la superficie secundaria (SS) es un reflejo de la superficie primaria (PS) en un plano bidimensional, y en donde cuando dicha superficie primaria (PS) es cóncava, dicha superficie secundaria (SS) es convexa, o cuando dicha superficie primaria (PS) es convexa dicha superficie secundaria (SS) es cóncava. Esto se ha descrito anteriormente en esta divulgación y no se describirá más aquí.

Acción 850: Se proporciona, o se crea de otro modo, una instrucción digital para una extensión completamente desarrollada y un posterior plegado de una lámina bidimensional en el diseño deseado obtenido del objeto tridimensional. Esta instrucción digital se basa en las superficies primaria y secundaria definidas, respectivamente, y dichas características del material obtenidas. Esto se ha descrito anteriormente en esta divulgación y no se describirá más aquí.

Acción 860: Ventajosamente, la instrucción digital se transmite (es decir, se envía) a un robot industrial para la extensión y posterior plegado de la lámina bidimensional por medio del robot industrial.

La figura 9 muestra un diagrama de flujo de un método correspondiente realizado por un robot industrial para el procesamiento de material de un material laminar bidimensional.

Acción 910: Se proporciona al robot industrial un material laminar bidimensional.

Acción 920: Se obtiene una instrucción digital para la extensión y posterior plegado de la lámina bidimensional proporcionada mediante el robot industrial. En algunas realizaciones, esta acción incluye recibir 921 la instrucción digital desde un dispositivo informático que normalmente, pero no necesariamente, está ubicado de forma remota desde el robot industrial.

Acción 930: La instrucción digital obtenida se ejecuta para producir, o de otro modo crear/producir un diseño deseado de un objeto tridimensional a partir del material laminar bidimensional proporcionado.

En la figura 10 se muestra con fines ilustrativos un ejemplo de un objeto que es posible producir mediante los métodos descritos en las figuras 7 a 9. En este ejemplo, el objeto es un objeto 3D 1000 que representa al menos una parte (chasis) de una motocicleta. Este objeto 3D 1000 podrá usarse posteriormente para la fabricación de una motocicleta.

Otros ejemplos de objetos concebibles incluyen i) otros vehículos (p. ej., automóviles, camiones, remolques, barcos, trenes) o partes de los mismos, ii) muebles o partes de los mismos, iii) electrodomésticos o partes de los mismos, iv) herramientas o partes de las mismas, v) máquinas industriales o partes de las mismas, y vi) construcciones (p. ej., edificios, puentes) o partes de las mismas.

Varios aspectos y realizaciones descritos en el presente documento permiten una técnica mejorada y perfeccionada de procesamiento de material. El inventor se ha dado cuenta de que cuando se define una superficie secundaria correspondiente a una superficie primaria, es posible crear una instrucción digital para extender completamente y plegar posteriormente una lámina bidimensional en un objeto con la forma tridimensional deseada, sin unir muchas partes diferentes entre sí. Por extensión completamente desarrollada se entiende que las superficies del objeto laminar bidimensional están unidas, lo que significa que el objeto tridimensional deseado formado a partir de ella no requiere unir muchas partes diferentes. La implementación del plegado curvo permite crear un volumen mayor para un volumen técnico, p. ej., baterías u otros equipos, sin comprometer el diseño. Esto se debe en gran medida a que con el plegado curvo es posible incorporar volúmenes sin pliegues adicionales, en comparación con el plegado en líneas rectas.

Además, es ventajoso permitir una solución informática distribuida. Esto añade flexibilidad en el sentido de que la instrucción digital puede ser proporcionada, o creada de otro modo, por un dispositivo informático en una ubicación y

enviada a un(os) robot(s) industrial(es) en una segunda ubicación para el procesamiento de material *per se* del material laminar bidimensional en el objeto de forma tridimensional deseado. Por ejemplo, el dispositivo informático puede estar ubicado en Suecia y los robots industriales en Australia. En un posible escenario de caso de uso, un usuario en Suecia define un objeto 3D deseado, así como las características del material bidimensional que se desea usar en el procesamiento del material. Un dispositivo informático operado por el usuario en Suecia puede obtener información relacionada con el diseño 3D deseado y las características del material bidimensional que se desea usar en el procesamiento del material. Entonces se puede proporcionar una instrucción digital para una extensión completamente desarrollada y un posterior plegado de una lámina bidimensional en el diseño deseado obtenido del objeto tridimensional, en donde esta instrucción digital se basa en superficies primarias y secundarias definidas, respectivamente, y dichas características del material. La instrucción digital puede comunicarse a los robots industriales en Australia. Cuando el material bidimensional se proporciona al(os) robot(s) industrial(es) en Australia y dicho(s) robot(s) industrial(es) recibe(n) la instrucción digital, el(los) robot(s) industrial(es) puede(n) ejecutar la instrucción digital y de ese modo crear, o de otro modo, producir el diseño 3D deseado. Además de la flexibilidad, esto también permite dimensiones adicionales en la personalización de la producción de objetos 3D en diferentes materiales tal como metal o plástico. También se cree que esta solución distribuida para el procesamiento de material puede reducir ventajosamente la huella general de CO₂ al fabricar ciertos productos tales como vehículos (p. ej., motocicletas), muebles o similares. Además, el método innovador para procesar un objeto bidimensional permite el uso de menos material y menos etapas de fabricación, lo que contribuye todavía más a la reducción general de la huella de CO₂. En la figura 10 se ilustra un objeto tridimensional 1000 formado a partir de un material laminar bidimensional mediante el método innovador.

Las figuras 11a y 11b son ilustraciones adicionales de las reglas matemáticas y geométricas del método definido anteriormente, que también puede denominarse método de diseño basado en rayas. La figura 11a muestra una superficie plegada única (SFS), que tiene rayas paralelas (R), es decir, una superficie plegada única paralela o una superficie curva única cilíndrica. La figura 11b muestra una superficie plegada única (SFS) no paralela o un segmento de un cono; las rayas (R) no paralelas tienen un punto focal único, es decir, se trata de una superficie curva única cónica.

Las rayas (R) ilustran dónde la superficie plegada única (SFS) es recta. Una superficie plegada única es recta solo en una dirección, y según se define por la raya. Las rayas son, por tanto, las intersecciones rectas SI a lo largo de la superficie plegada única.

Como se ve en las figuras 11a y 11b, el plano bidimensional (imaginario) (plano 2D), o un plano especular, o plano de corte, se ilustra intersectando la superficie curva única. El plano especular es estrictamente un plano bidimensional.

El plano especular define además la superficie primaria PS (es decir, la superficie plegada única sobre el plano especular) y la superficie secundaria SS, como se describió anteriormente. La superficie secundaria es, por tanto, la superficie reflejada en el plano especular. La superficie secundaria es, por tanto, un reflejo de la superficie plegada única reflejada en el plano especular. En las figuras 11a y 11b, la superficie plegada única de la superficie original se ilustra bajo el plano especular; sin embargo, esta es solo una superficie imaginaria que muestra la superficie reflejada, es decir, la superficie que forma la superficie secundaria.

Las rayas de la superficie plegada única primaria también se muestran reflejadas en el plano especular.

El pliegue curvo se define en o por la intersección entre la superficie primaria y secundaria (o el plano especular).

Eso significa que el pliegue curvo CF se define donde la superficie primaria se refleja en el plano especular, en la intersección entre dos superficies. El plegado se realiza plegando a lo largo de una curva de la lámina bidimensional, en donde dicha curva se define sobre un plano bidimensional. Cuando el plano bidimensional (especular) cruza una superficie plegada única, se crea una intersección, y en donde la superficie secundaria es un reflejo de la superficie bajo dicho plano bidimensional y se refleja a través de dicho plano bidimensional. Esto significa además que puede ser la superficie primaria que controla el diseño de un objeto tridimensional o la curva controla el diseño de un objeto tridimensional, es decir, por controlar el diseño se entiende el establecimiento de los límites geométricos y matemáticos para el diseño tridimensional.

REIVINDICACIONES

1. Un método (800) realizado por un dispositivo informático (102) para uso en el procesamiento de material de un material laminar bidimensional, comprendiendo el método:

obtener (101; 810) información relacionada con un diseño deseado de un objeto tridimensional, obtener (102; 820) información relacionada con las características de material del material laminar bidimensional, definir (102; 830) una superficie primaria y una superficie secundaria del diseño deseado del objeto tridimensional, y caracterizado por definir (102; 840) una relación geométrica entre dicha superficie primaria y superficie secundaria, en donde

la superficie secundaria (SS) es un reflejo de la superficie primaria (PS) en un plano bidimensional, y en donde cuando dicha superficie primaria (PS) es cóncava, dicha superficie secundaria (SS) es convexa, o cuando dicha superficie primaria (PS) es convexa, dicha superficie secundaria (SS) es cóncava; y

proporcionar (850), o crear de otro modo, una instrucción digital para una extensión (103) completamente desarrollada y posterior plegado (104) de una lámina bidimensional en el diseño deseado obtenido del objeto tridimensional, en donde dicha instrucción digital se basa en las superficies primaria y secundaria definidas, respectivamente, y dichas características del material obtenidas.

2. El método (800) según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

transmitir (860) dicha instrucción digital a un robot industrial para la extensión (103) y posterior plegado (104) de la lámina bidimensional por medio del robot industrial.

3. El método (800) según la reivindicación 1 o 2, en donde dicho plegado se realiza al plegar a lo largo de una curva (CF) de la lámina bidimensional, en donde dicha curva se define sobre un plano bidimensional.

4. El método (800) según la reivindicación 3, en donde en el lugar en que dicho plano bidimensional cruza una superficie plegada única se crea una intersección, y en donde la superficie secundaria es un reflejo de la superficie bajo dicho plano bidimensional y se refleja a través de dicho plano bidimensional.

5. El método (800) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichas características del material son una cualquiera o una combinación de espesor, tipo de material, dureza, tenacidad, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, resistencia a la fatiga, corrosión, plasticidad, maleabilidad, fluencia y estructura del material y dimensión del material, y en donde dichas características del material definen condiciones límite para dicho plegado de dicha lámina bidimensional.

6. El método (800) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha superficie primaria es la superficie que controla el diseño deseado del objeto tridimensional.

7. El método (800) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde dicha curva controla el diseño deseado del objeto tridimensional.

8. El método (800) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho diseño deseado de forma tridimensional se define además por un diseño de interfaz basado en un volumen técnico y requisitos ergonómicos del objeto de forma tridimensional.

9. El método (800) según una cualquiera de las reivindicaciones 2-8, en donde el plegado se realiza por dicho robot industrial mediante intersecciones rectas de dicho pliegue curvo.

10. El método (800) según la reivindicación 9, en donde dicho plegado se realiza tal que se forma al menos un par compuesto de unas superficies convexas y cóncavas, formando así dicho diseño deseado del objeto tridimensional.

11. El método (800) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho material laminar bidimensional es uno cualquiera de un material metálico o plástico.

12. El método (800) según la reivindicación 11, en donde dicho material metálico es uno cualquiera de acero, acero inoxidable y aluminio.

13. El método (800) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho material es un acero inoxidable que tiene un límite elástico en el intervalo de 1100 a 1400 MPa y un espesor en el intervalo de 1 a 1,50 mm, y en donde dicho material se pliega sin templado anterior de dicho material.

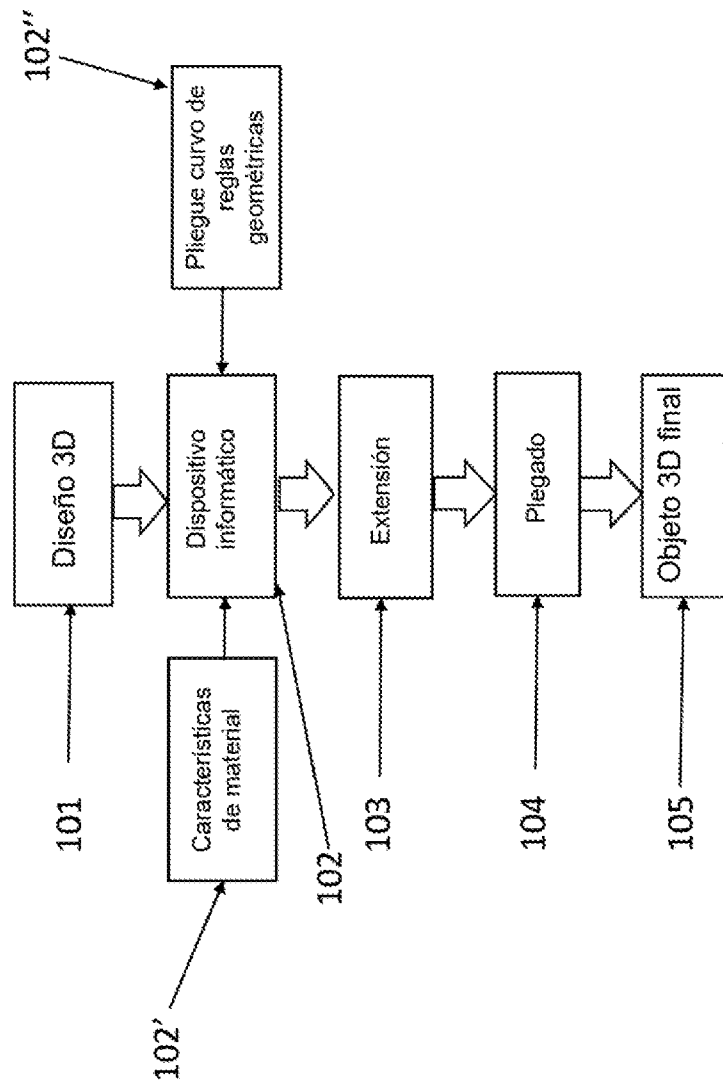


Fig. 1

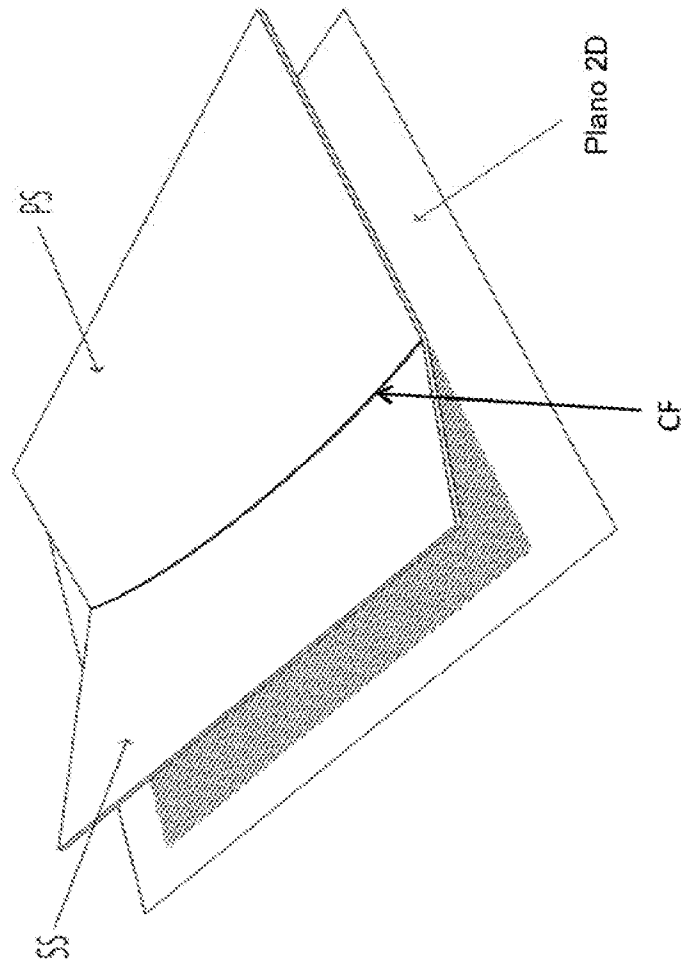


Fig. 2

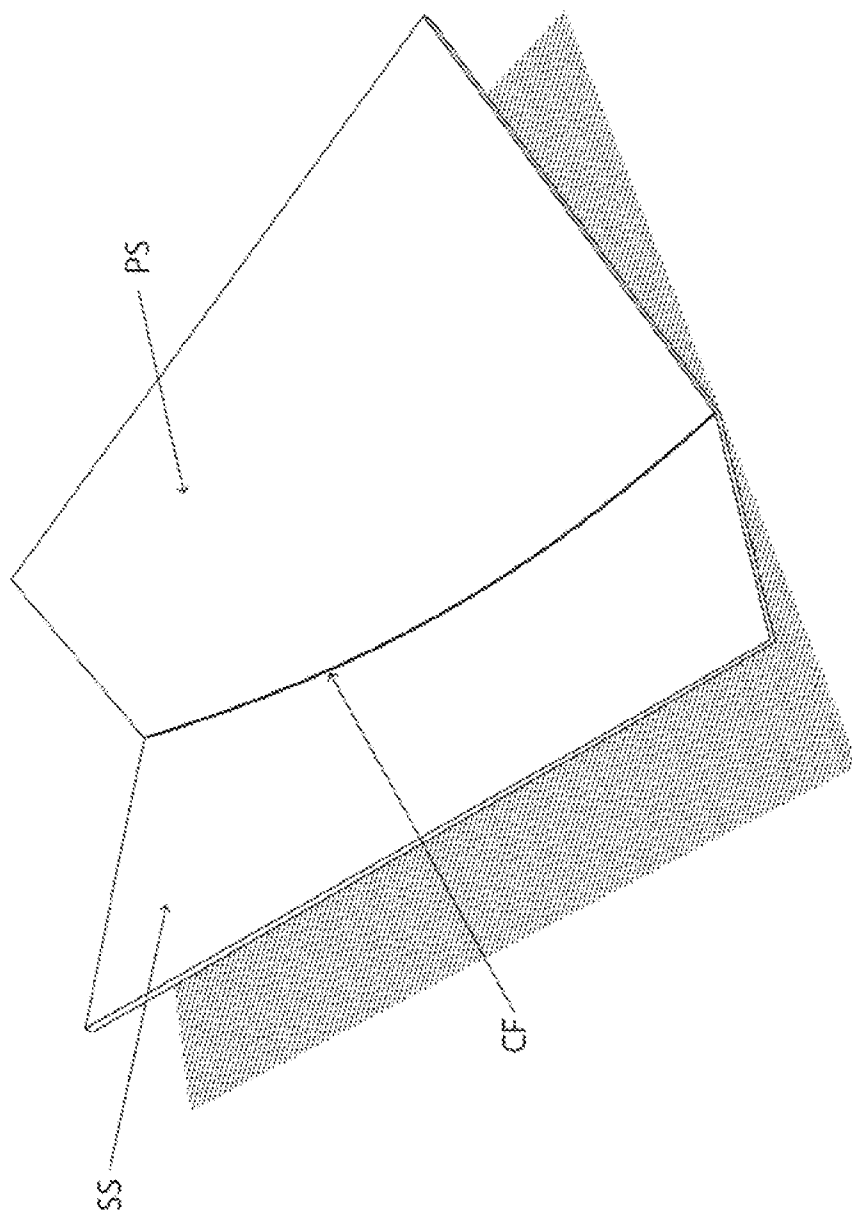


Fig. 3

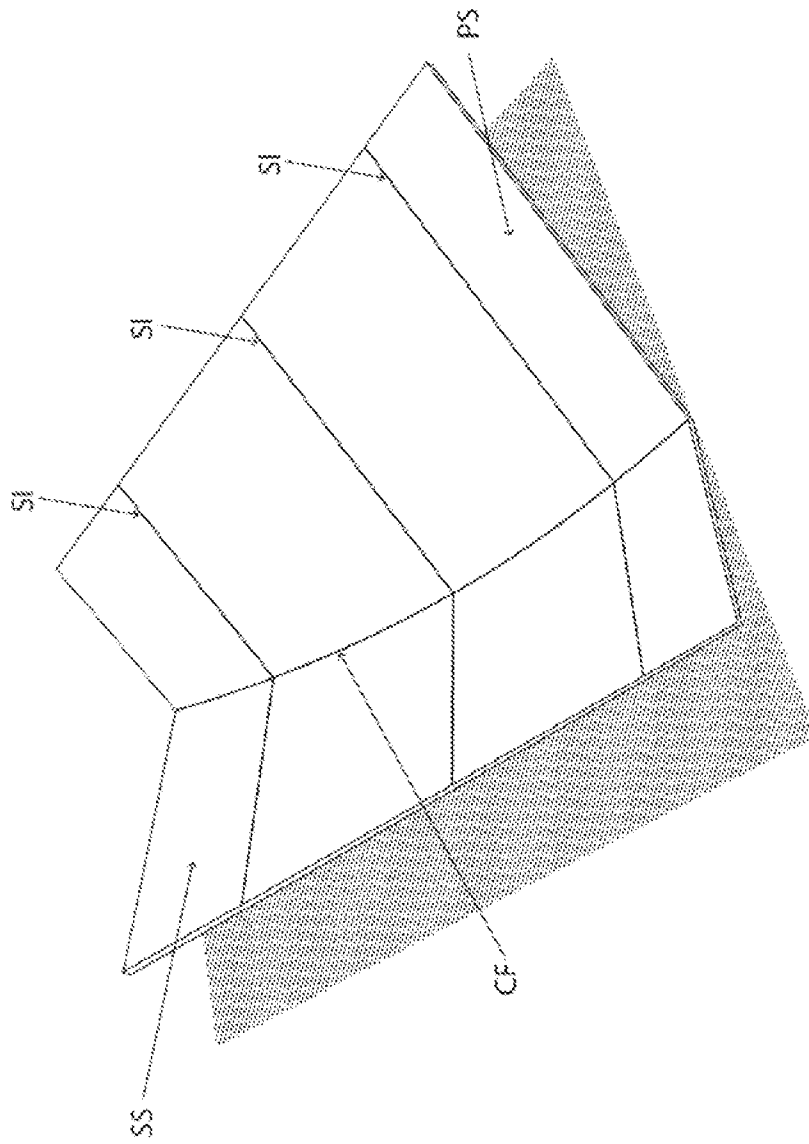


Fig. 4

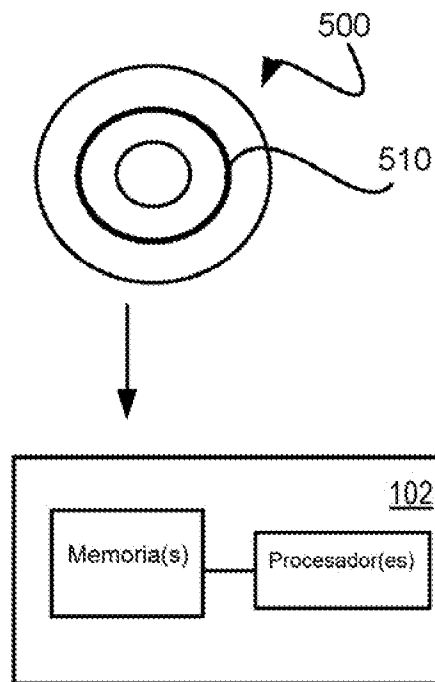


Figura 5

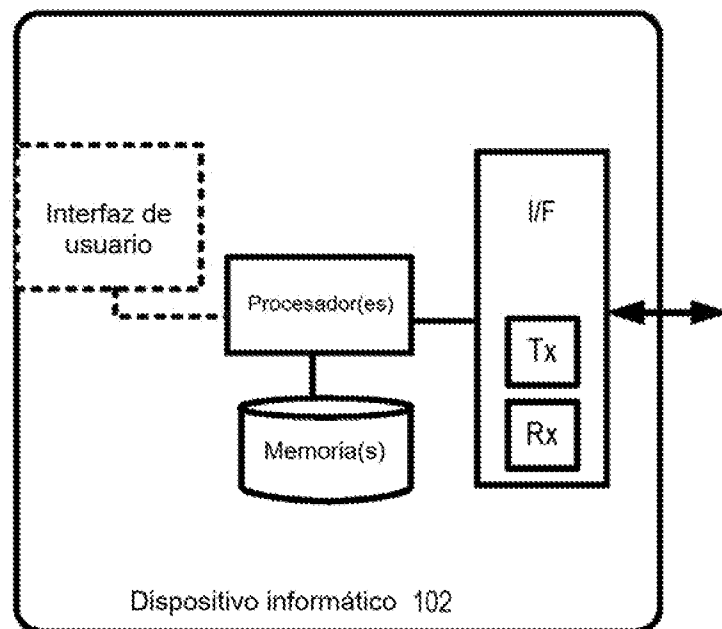


Figura 6

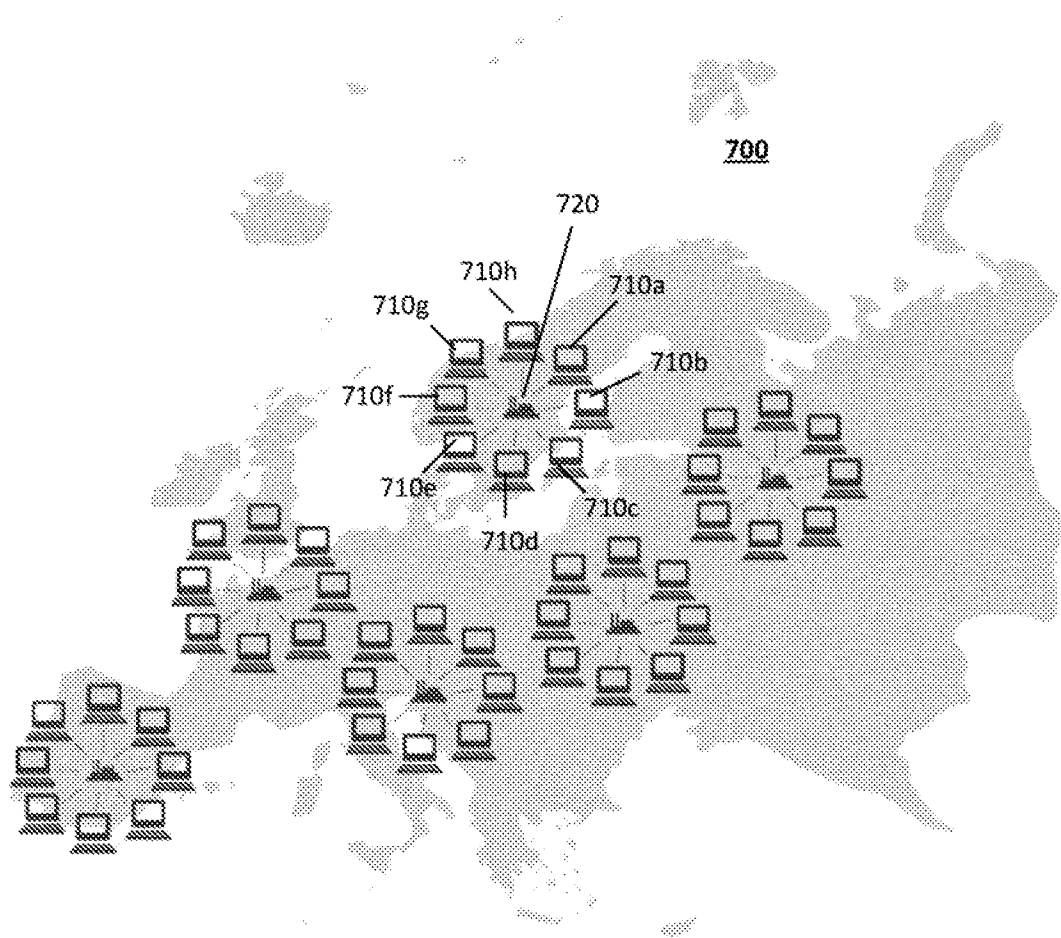
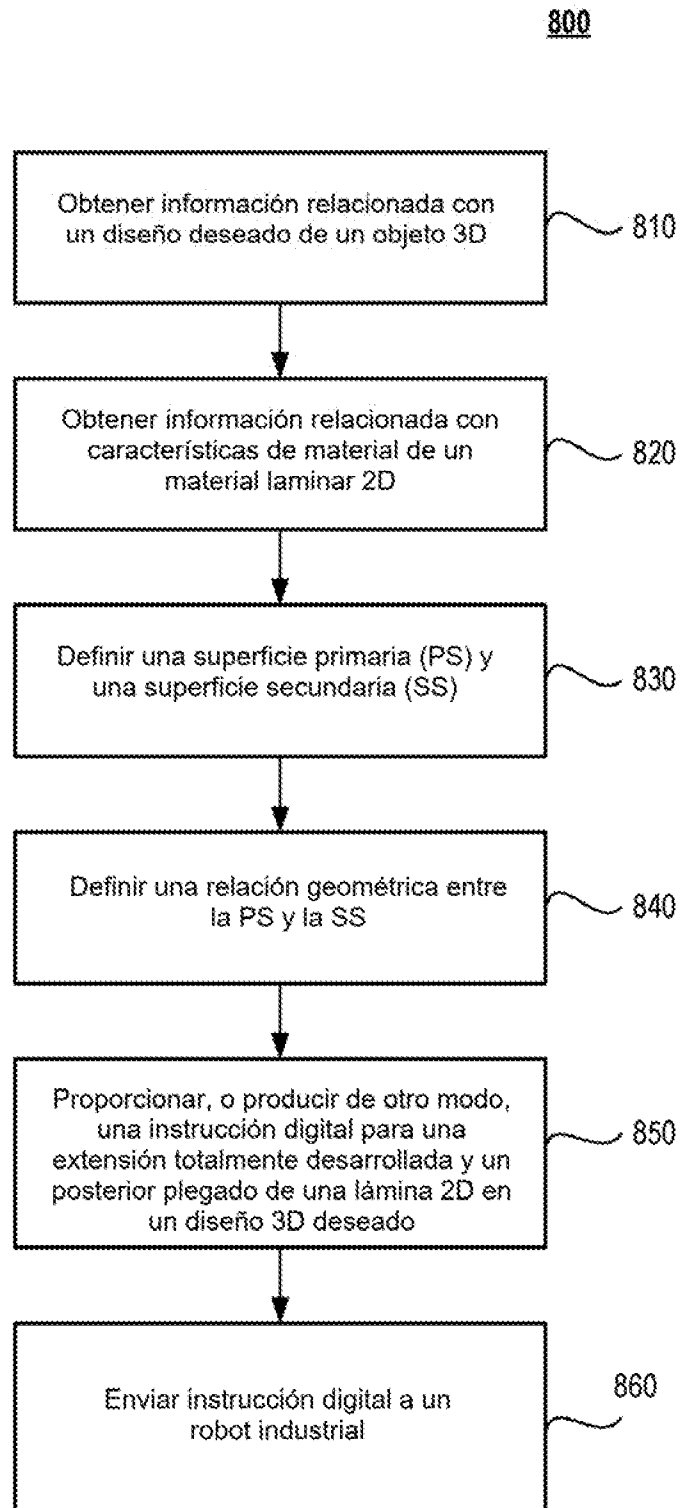
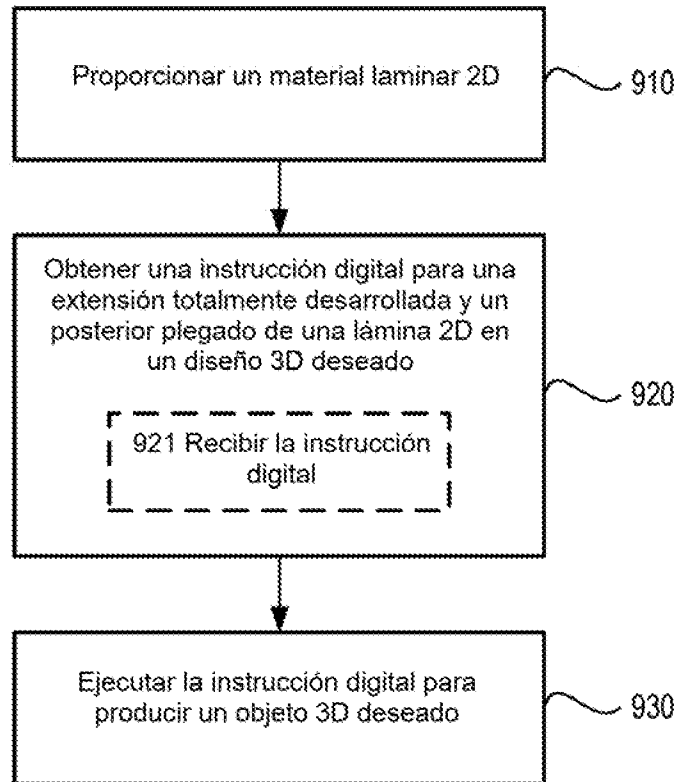


Figura 7

**Figura 8**

900**Figura 9**

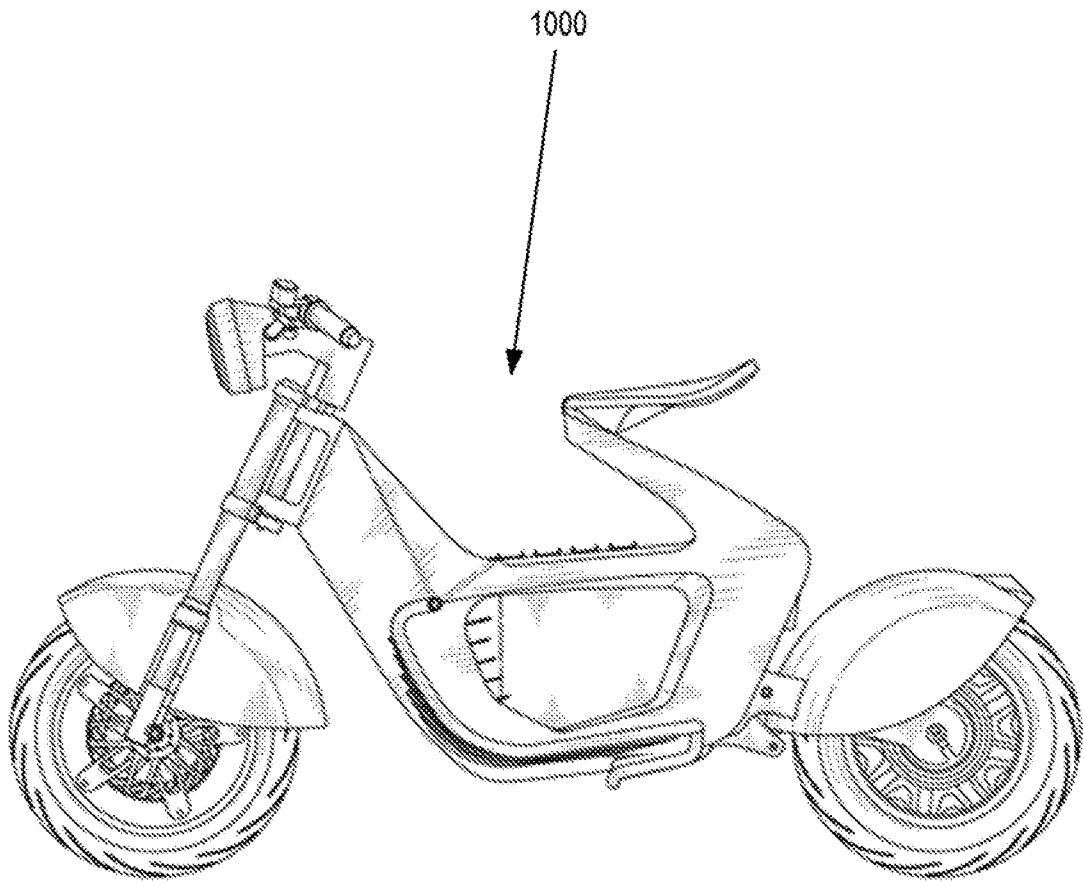


Figura 10

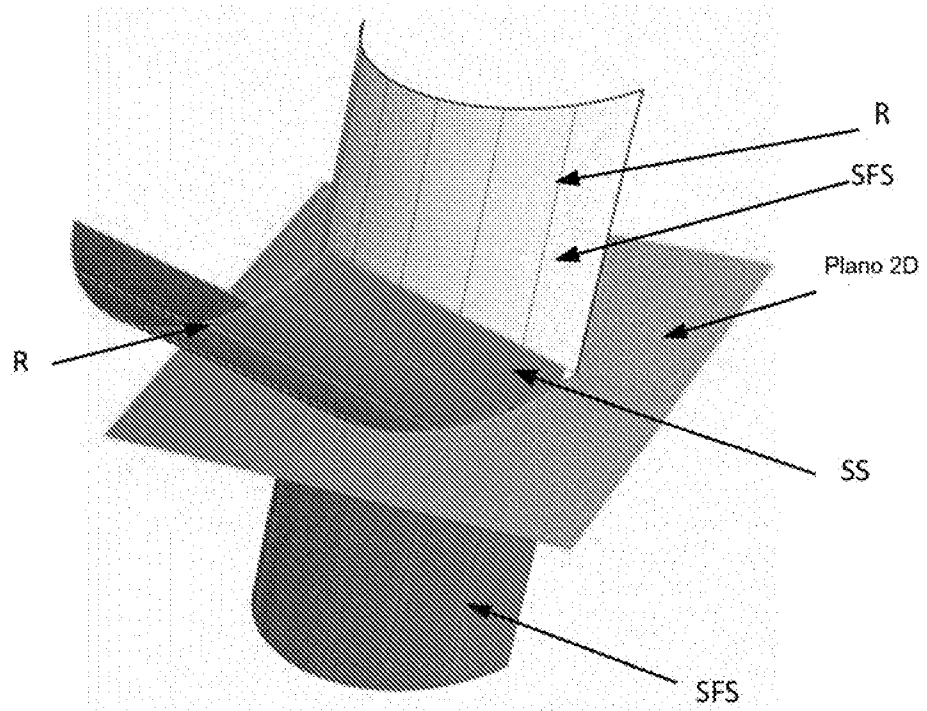


Figura 11a

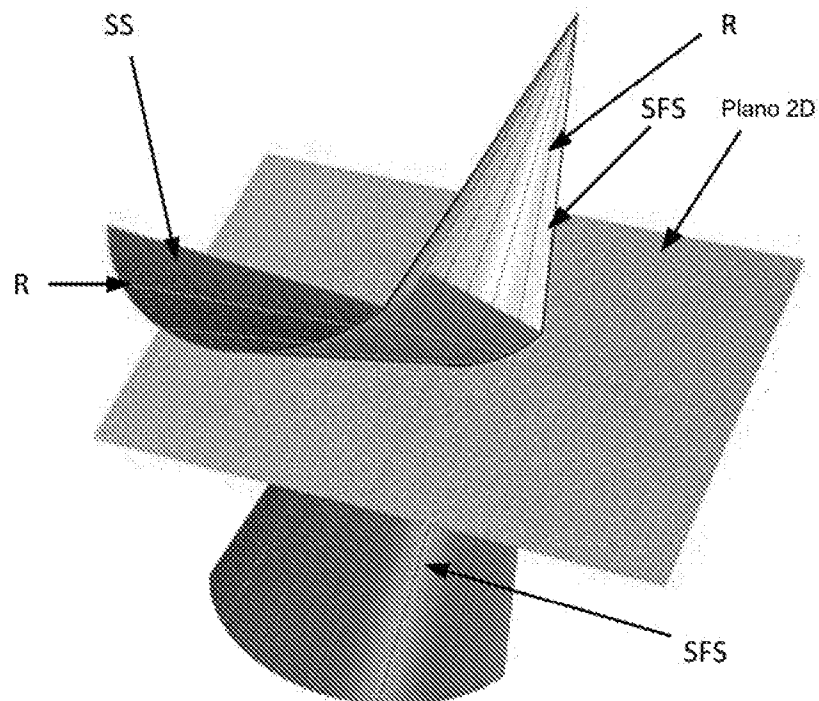


Figura 11b