

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 959 650**

51 Int. Cl.:

H01R 9/24 (2006.01)

H01R 13/533 (2006.01)

H05B 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2019 PCT/US2019/038707**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.01.2020 WO20005820**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2019 E 19826526 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2023 EP 3815191**

54 Título: **Sistema y método que emplea un elemento de amortiguación térmica activo para mejorar el calentamiento por efecto Joule**

30 Prioridad:

28.06.2018 US 201816022139

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

27.02.2024

73 Titular/es:

**SPIRIT AEROSYSTEMS, INC. (100.0%)
3801 South Oliver Street
Wichita, KS 67210, US**

72 Inventor/es:

WAGNER JR., JAMES MICHAEL

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 959 650 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

Sistema y método que emplea un elemento de amortiguación térmica activo para mejorar el calentamiento por efecto Joule

5 Campo

La presente invención se refiere a un sistema y método para calentar materiales utilizando calentamiento por efecto Joule, y más particularmente, las modalidades se refieren a un sistema y método que emplea un elemento de amortiguación térmica activo para reducir los efectos térmicos de un terminal eléctrico en una parte de extremo de un material, y de esta manera proporcionar un calentamiento por efecto Joule más consistente del material.

10

Antecedentes

El calentamiento por efecto Joule, también conocida como calentamiento resistivo, es la generación de calor al pasar una corriente eléctrica a través de un material eléctricamente conductor. El calentamiento por efecto Joule se utiliza, por ejemplo, en la conformación de componentes metálicos de aviones y otros vehículos y estructuras. Haciendo referencia a la Figura 1 (Técnica Anterior), se crea un ejemplo de pieza metálica en bruto 20 que se calentará por efecto Joule y se formará con partes de extremo 22,24 configuradas (con, por ejemplo, agujeros para pernos) para conectarse físicamente a las conexiones eléctricas (por ejemplo, terminales de cobre) de un bus eléctrico. Haciendo referencia también a la Figura 2 (Técnica Anterior), una vez que la pieza metálica en bruto 20 ha sido calentada por efecto Joule y conformada, las partes extremas 22,24 se eliminan y la pieza metálica en bruto conformada 20 puede ser mecanizada aún más hasta obtener su forma final. Sin embargo, el material de las conexiones eléctricas introduce efectos térmicos que interfieren con el calentamiento uniforme de las partes de extremo 22,24 de la pieza metálica en bruto 20 que están en contacto físico con las conexiones eléctricas. Por ejemplo, las conexiones eléctricas pueden actuar como disipadores de calor que alejan el calor de las partes de extremo 22,24 para que se mantengan a una temperatura más baja que el resto de la pieza metálica en bruto 20.

15
20
25

Además, para tener suficiente área de contacto para calentar las piezas utilizadas para el conformado, los mecanismos deben alejarse de la placa de conformación para permitir el movimiento sin obstáculos del material subcalentado. Permanecer en contacto utilizando acoplamientos flexibles u otras soluciones resulta en deformaciones indeseables y una mayor preocupación por la estabilidad dimensional de la placa que se está formando. En una solución, las placas se sujetan al bus eléctrico de cobre mediante una placa que entra en contacto con la placa y permanece móvil para adaptarse al movimiento de las pestañas eléctricas mecanizadas en las placas mediante acoplamientos flexibles de cobre. Estos acoplamientos de cobre son básicamente grandes resortes de cobre que permiten que las placas de cobre atornilladas utilizadas como un bus eléctrico se muevan con las partes relativamente frías de las piezas en bruto conformadas. Las piezas en bruto de titanio conformadas utilizando un bus de cobre atornillado con acoplamientos flexibles se deforman notablemente debido a la fuerza de los resortes que tiran de las piezas en bruto calentadas. Las placas conformadas tienen la mayor variación dimensional más cercana a las pestañas eléctricas que son tiradas por los acoplamientos flexibles de cobre. Esta discusión de antecedentes tiene como objetivo proporcionar información relacionada con la presente invención, la cual no necesariamente es arte previo.

30
35
40

El documento KR20180039921 describe un método y un aparato para calentar una pieza de material en bruto, en el cual se colocan elementos calefactores en las superficies superiores de la pieza en bruto. Los electrodos que se extienden hasta los respectivos elementos calefactores están conectados a una primera fuente de alimentación 12, y una segunda y una tercera fuente de alimentación están conectadas a cada uno de los elementos calefactores. La pieza en bruto se calienta mediante ciclos entre las fuentes de alimentación.

45

El documento GB325552 describe un aparato para calentar por efecto Joule barras de metal. Dos o más electrodos se contactan en cada extremo de la barra, y proporcionan caminos de resistencia eléctrica diferente para que se obtenga un gradiente de temperatura deseado sobre las porciones de contacto de la barra y el electrodo.

50

Resumen

Las modalidades abordan los problemas y limitaciones descritos anteriormente y otros en el estado de la técnica al proporcionar un sistema y un método que emplean un elemento de amortiguación térmica activo para reducir los efectos térmicos de un terminal eléctrico en una parte de extremo de un material, y así proporcionar un calentamiento por efecto Joule más consistente del material.

55
60

Un sistema para lograr un calentamiento por efecto Joule más consistente de una pieza de material en bruto hasta una temperatura deseada está definido por la reivindicación 1.

60

Un método para lograr un calentamiento por efecto Joule más consistente de una pieza de material en bruto hasta una temperatura deseada está definido por la reivindicación 6.

65

El elemento de amortiguación térmica activo incluye una primera superficie de contacto configurada para que colinde físicamente con la parte de extremo de la pieza de material en bruto, y una segunda superficie de contacto configurada para que colinde con el terminal eléctrico, en donde el calentamiento por efecto Joule del elemento de amortiguación térmica activo crea un gradiente de temperatura a través del elemento de amortiguación térmica activo tal que la primera superficie de contacto está al menos a la temperatura deseada y la segunda superficie de contacto está a una temperatura más baja debido al efecto de disipación térmica del terminal eléctrico. Varias implementaciones de las modalidades anteriores pueden incluir cualquiera de las siguientes características adicionales o alternativas. La pieza de material en bruto puede estar construido de titanio y el elemento de amortiguación térmica activo puede estar construido de acero inoxidable, o la pieza de material en bruto puede estar construido de titanio y el elemento de amortiguación térmica activo puede estar construido de tungsteno. El elemento de amortiguación térmica activo puede estar construido con dos o más materiales que tengan diferentes características eléctricas o térmicas. La primera superficie de contacto puede tener una forma no plana seleccionada del grupo que consiste en: redondeada, angular y estriada.

Un subsistema/submétodo adicional de conformación puede configurarse para soportar físicamente y conformar la pieza de material en bruto en una forma deseada una vez que la pieza de material en bruto ha sido calentada por efecto Joule a la temperatura deseada. El subsistema/método de conformación puede incluir un elemento de soporte configurado para soportar físicamente la pieza de material en bruto en una posición deseada tanto para el calentamiento por efecto Joule como para la conformación, y una herramienta de conformación configurada para aplicar una fuerza física a la pieza de material en bruto durante la conformación para cambiar la forma inicial de la pieza de material en bruto a la forma deseada.

Elementos adicionales de un subsistema/submétodo de calentamiento por efecto Joule pueden configurarse para enviar la corriente eléctrica a través de la pieza de material en bruto y, de esta manera, calentar por efecto Joule la pieza de material en bruto a una temperatura deseada en preparación para conformar la pieza de material en bruto. El subsistema/submétodo de calentamiento por efecto Joule puede incluir un bus eléctrico configurado para transportar la corriente eléctrica desde una fuente de corriente hasta el terminal eléctrico para llevar a cabo el calentamiento por efecto Joule, un elemento de accionamiento configurado para mover el terminal eléctrico y el elemento de amortiguación térmica activo en contacto y fuera de contacto eléctrico con la pieza de material en bruto, y un miembro flexible que conecta el terminal eléctrico al bus eléctrico, y configurado para permitir el movimiento del terminal eléctrico con respecto al bus eléctrico durante el accionamiento del elemento de accionamiento.

Este resumen no tiene la intención de identificar características esenciales de la presente invención, y no tiene la intención de ser utilizado para limitar el alcance de las reivindicaciones. Estos y otros aspectos de la presente invención se describen a continuación con mayor detalle.

Figuras

Se describen en detalle a continuación modalidades de la presente invención con referencia a las figuras adjuntas, en donde:

La Figura 1 (Técnica Anterior) es una vista en perspectiva de una pieza metálica en bruto que se calienta por efecto Joule y se forma, e incluye una parte de extremo configurada para conectarse físicamente a un terminal eléctrico;

La Figura 2 (Técnica Anterior) es una vista en perspectiva de la pieza metálica en bruto en la Figura 1 (Técnica Anterior) después del calentamiento por efecto Joule y la conformación, y con las partes de extremo removidas;

La Figura 3 es una vista en planta de una modalidad de un sistema para calentamiento por efecto Joule y formación de una pieza de material en bruto y que emplea un elemento de amortiguación térmica activo posicionado entre la pieza de material en bruto y un terminal eléctrico;

La Figura 4 es una vista isométrica del sistema de la Figura 3, con la pieza de material en bruto en su lugar;

La Figura 5 es una vista isométrica del sistema de la Figura 3 con la pieza de material en bruto removido;

La Figura 6 es una primera vista isométrica de una modalidad del elemento de amortiguación térmica activo;

La Figura 7 es una segunda vista isométrica de una modalidad del elemento de amortiguación térmica activo;

La Figura 8 es una vista en elevación transversal de una parte del sistema de la Figura 3, mostrando una primera implementación redondeada de una primera cara del elemento de amortiguación térmica activo;

La Figura 9 es una vista en elevación transversal de la parte del sistema de la Figura 8, mostrando la primera implementación redondeada de la primera cara del elemento de amortiguación térmica activo en contacto operativo con una parte de extremo de la pieza de material en bruto;

La Figura 10 es una vista en elevación transversal de una parte del sistema de la Figura 3, mostrando una segunda implementación angular de una primera cara del elemento de amortiguación térmica activo;

La Figura 11 es una vista en elevación transversal de la parte del sistema de la Figura 10, mostrando la segunda implementación angular de la primera cara del elemento de amortiguación térmica activo en contacto operativo con una parte de extremo de la pieza de material en bruto;

La Figura 12 es una vista en elevación transversal de una parte del sistema de la Figura 3, mostrando una tercera implementación estriada de una primera cara del elemento de amortiguación térmica activo; y

La Figura 13 es una vista en elevación transversal de la parte del sistema de la Figura 12, mostrando la tercera

implementación estriada de la primera cara del elemento de amortiguación térmica activo en contacto operativo con una parte de extremo de la pieza de material en bruto.

La Figura 14 es un diagrama de flujo de los pasos en una modalidad de un método para calentar por efecto Joule y formar una pieza de material en bruto y emplear un elemento de amortiguación térmica activo posicionado entre la pieza de material en bruto y un terminal eléctrico.

Las figuras no tienen la intención de limitar la presente invención a las modalidades específicas que representan. Las figuras no necesariamente están a escala.

Descripción detallada

La siguiente descripción detallada de modalidades de la invención hace referencia a las figuras adjuntas. Las modalidades tienen como objetivo describir aspectos de la invención con suficiente detalle para permitir a aquellos con habilidades ordinarias en el arte practicar la invención. Las modalidades de la invención se ilustran a modo de ejemplo y no a modo de limitación. Se pueden utilizar otras modalidades y se pueden realizar cambios sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. La siguiente descripción, por lo tanto, no es limitante. El alcance de la presente invención está definido únicamente por las reivindicaciones adjuntas, junto con el alcance completo de los equivalentes a los que dichas reivindicaciones tienen derecho.

En esta descripción, las referencias a "una modalidad", "una modalidad" o "modalidades" significan que la característica o características mencionadas están incluidas en al menos una modalidad de la invención. Las referencias separadas a "una modalidad", "una modalidad" o "modalidades" en esta descripción no necesariamente se refieren a la misma modalidad y no son mutuamente excluyentes a menos que se indique lo contrario. Específicamente, una característica, componente, acción, paso, etc. descrito en una modalidad también puede estar incluido en otras modalidades, pero no necesariamente está incluido. Por lo tanto, las implementaciones particulares de la presente invención pueden incluir una variedad de combinaciones y/o integraciones de las modalidades descritas aquí.

En términos generales, la presente invención proporciona un sistema y método para mejorar el calentamiento por efecto Joule de materiales. Más particularmente, las modalidades proporcionan un sistema y un método que emplean un elemento de amortiguación térmica activo para reducir los efectos térmicos de un terminal eléctrico en una parte de extremo de un material, y de esta manera proporcionar un calentamiento por efecto Joule más consistente del material. En una modalidad, el elemento de amortiguación térmica activo puede estar operativamente (es decir, eléctrica y térmicamente) intercalado entre un metal u otro material y los terminales eléctricos que suministran corriente eléctrica para calentar por efecto Joule la pieza de material en bruto.

El elemento de amortiguación térmica activa es un amortiguador térmico activo porque también se calienta por efecto Joule mediante la corriente eléctrica suministrada por el terminal eléctrico hasta una temperatura que es al menos tan alta como la temperatura deseada de la parte de extremo de la pieza en bruto. El elemento de amortiguación térmica activo aumenta ventajosamente la eficiencia y mejora el proceso de calentamiento por efecto Joule y posterior conformado al crear un gradiente térmico a través del elemento de amortiguación térmica activo, de modo que una primera superficie del elemento de amortiguación térmica activo que se encuentra en contacto con la pieza de material en bruto esté al menos a la temperatura deseada y una segunda superficie de contacto del elemento de amortiguación térmica activo que se encuentra en contacto con el terminal eléctrico pueda estar a una temperatura relativamente más baja debido al efecto de disipación térmica del terminal eléctrico. Así, el elemento de amortiguación térmica activo, en lugar de la pieza de material en bruto, experimenta el efecto térmico del terminal eléctrico. Debido a que el elemento de amortiguación térmica activo permite calentar de manera más efectiva y completa la pieza de material en bruto, la pieza de material en bruto puede ser utilizada de manera más completa. Más específicamente, a diferencia del estado de la técnica, las partes de extremo de la pieza de material en bruto no se calientan ni en exceso ni insuficientemente, por lo que no es necesario retirarlas y desecharlas después del proceso de calentamiento por efecto Joule.

Aunque descrito aquí en el contexto de ejemplo de la fabricación de aeronaves, la presente tecnología puede adaptarse para su uso en prácticamente cualquier aplicación adecuada (por ejemplo, en la industria automotriz y/o la industria de construcción naval) que implique el calentamiento por efecto Joule de material.

Haciendo referencia a las Figuras 3, 4 y 5, se muestra una modalidad de un sistema 30 que emplea un elemento de amortiguación térmica activo para reducir los efectos térmicos de un terminal eléctrico en una parte de extremo de una pieza en bruto 32, y así proporcionar un calentamiento por efecto Joule más consistente del material. La pieza de material en bruto 32 puede tener una primera y segunda parte de extremo 34, 36 y una parte intermedia 38 que se extiende entre ellas. La pieza de material en bruto 32 puede estar construido de prácticamente cualquier material o combinación de materiales adecuados para el calentamiento por efecto Joule. El sistema 30 y un ejemplo de entorno de funcionamiento para el sistema 30 pueden incluir ampliamente un subsistema de conformación 40 que incluye un elemento de soporte 42 y una herramienta de conformación 44, y un subsistema de calentamiento por efecto Joule 50 que incluye un bus eléctrico 52, primer y segundo terminales eléctricos 54, 56, primer y segundo elementos de amortiguación térmica activos 58, 60, y primer y segundo elementos de accionamiento 62, 64.

- 5 El subsistema de conformación 40 puede estar configurado para soportar físicamente y conformar la pieza de material en bruto 32 una vez que la pieza de material en bruto 32 haya sido calentada suficientemente por efecto Joule. El elemento de soporte 42 puede ser una tecnología de soporte sustancialmente convencional configurada para soportar físicamente de manera segura la pieza de material en bruto 32 en una posición deseada tanto para el calentamiento por efecto Joule como para la posterior conformación. La herramienta de conformación 44 puede ser una tecnología de conformación sustancialmente convencional configurada para aplicar fuerza física a la pieza en bruto 32 con el fin de cambiar la forma de la pieza en bruto 32.
- 10 El subsistema de calentamiento por efecto Joule 50 puede configurarse para enviar corriente eléctrica a través y, de esta manera, calentar por efecto Joule la pieza de material en bruto 32 a una temperatura deseada, en donde la temperatura deseada puede ser la temperatura requerida para conformar la pieza de material en bruto 32. La temperatura deseada puede variar dependiendo de factores como las propiedades físicas, eléctricas y térmicas de la pieza en bruto 32, y en caso de ser aplicable, los requisitos del proceso de conformación.
- 15 El bus eléctrico 52 puede estar configurado para transportar la corriente eléctrica desde una fuente de corriente para llevar a cabo el calentamiento por efecto Joule. Los primeros y segundos terminales eléctricos 54, 56 pueden estar conectados eléctricamente al bus eléctrico 52 y configurados para suministrar la corriente eléctrica a la pieza de material en bruto 32. Los terminales eléctricos 54, 56 pueden estar contruidos de cobre o sustancialmente cualquier otro material adecuado o combinaciones de materiales. Los terminales eléctricos 54, 56 pueden tener una conductividad térmica más alta que la pieza de material en bruto 32 que se va a calentar por efecto Joule, y por lo tanto pueden comportarse como un sumidero de calor o frío en relación a la pieza de material en bruto 32. Cada uno de los terminales eléctricos 54, 56 puede incluir un brazo de resorte u otro miembro flexible 66 que conecta el terminal eléctrico 54, 56 al bus eléctrico 52 de tal manera que pueda acomodar el movimiento del terminal eléctrico 54, 56 con respecto al bus eléctrico 52 debido al accionamiento de los elementos de accionamiento 62, 64.
- 20 Los primeros y segundos elementos de accionamiento 62, 64 pueden ser una tecnología de accionamiento sustancialmente convencional configurada para mover los terminales eléctricos 54, 56 en contacto y fuera de contacto eléctrico con la pieza de material en bruto 32. En una implementación, cada elemento de accionamiento 62, 64 puede incluir un componente accionable por aire o fluido configurado para aplicar y retirar selectivamente una fuerza al terminal eléctrico 54, 56 con el fin de mover el terminal eléctrico 54, 56 y el elemento de amortiguación térmica activo adjunto 58, 60 hacia adentro y hacia afuera del contacto con las partes de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32. Los brazos de resorte u otros miembros flexibles 66 de los terminales eléctricos 54, 56 pueden adaptarse a la deflexión resultante de la aplicación y remoción de esta fuerza.
- 25 Haciendo referencia también a las Figuras 6 y 7, los elementos de amortiguación térmica activos 58, 60 pueden estar intercalados eléctrica y térmicamente entre los terminales eléctricos 54, 56 y las partes de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32, y pueden estar contruidos y/o configurados para compensar los efectos térmicos de los terminales eléctricos 54, 56 y así mantener la temperatura de las partes de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32. Más específicamente, cada elemento de amortiguación térmica activo 58, 60 puede incluir una primera superficie de contacto 68 configurada para que colinde físicamente con la parte de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32, y una segunda superficie de contacto 70 configurada para que colinde con el terminal eléctrico 54, 56. En funcionamiento, el elemento de amortiguación térmica activo 58, 60 puede ser calentado por efecto Joule junto con la pieza de material en bruto 32, lo que puede provocar un gradiente de temperatura a través del elemento de amortiguación térmica activo 58, 60 de manera que la temperatura en la primera cara 68 sea al menos la temperatura mínima deseada para la pieza de material en bruto 32, y la temperatura en la segunda superficie de contacto 70 puede ser relativamente más baja que la temperatura de la pieza de material en bruto 32 debido al efecto de disipación térmica del terminal eléctrico 54, 56.
- 30 El elemento de amortiguación térmica activo 58, 60 puede estar contruido de cualquier material adecuado o combinación de materiales, y tener sustancialmente cualquier forma adecuada. Idealmente, el elemento de amortiguación térmica activo puede estar contruido de un material que sea tanto un conductor eléctrico perfecto como un aislante térmico perfecto. En la práctica, sin embargo, el elemento de amortiguación térmica activo 58, 60 puede estar contruido de un material que tenga una resistencia eléctrica suficientemente alta como para ser calentado por efecto Joule a una temperatura que compense el efecto de disipación térmica del terminal eléctrico 54, 56 y mantenga la parte de extremo adyacente 34, 36 de la pieza de material en bruto 32 a la temperatura deseada. En una implementación, en la cual la pieza de material en bruto 32 puede ser de titanio, el elemento de amortiguación térmica activo 54, 56 puede ser acero inoxidable o tungsteno. En otra implementación, el elemento de amortiguación térmica activo 54, 56 puede estar contruido con dos o más materiales que tengan diferentes características eléctricas y/o térmicas. Por ejemplo, las capas de un material (por ejemplo, un conductor eléctrico) pueden alternarse con capas de otro material (por ejemplo, un aislante eléctrico y/o térmico), o un material puede ser dopado con otro material.
- 35 En general, la forma del elemento de amortiguación térmica activa 58, 60 y/o la forma de las primeras y/o segundas superficies de contacto 68,70 pueden configurarse para lograr las propiedades eléctricas y/o térmicas deseadas para una aplicación particular. En una implementación, el elemento de amortiguación térmica activo 54, 56 puede tener una forma generalmente rectangular.
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

La parte de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32 puede ser imperfectamente plana, de modo que si la primera superficie de contacto 68 del elemento de amortiguación térmica activo 58, 60 también fuera plana, podrían producirse brechas significativas entre las dos superficies de contacto, lo que podría dar lugar a arcos eléctricos. Así, haciendo referencia también a las Figuras 4-9, en varias modalidades la primera superficie de contacto 68 puede ser redondeada (Figuras 8 y 9), angulada (Figuras 10 y 11), estriada (Figuras 12 y 13), o de otra forma conformada para lograr un mejor contacto eléctrico. Además, los elementos de accionamiento 62, 64 pueden estar configurados para ejercer suficiente fuerza para hacer que la primera superficie de contacto 70 se ajuste al menos parcialmente a (es decir, se aplane contra) la parte de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32 (como se muestra en las Figuras 8, 10 y 12).

La segunda superficie de contacto 70 puede estar provista de una o más estructuras (por ejemplo, agujeros roscados) para sujetar (por ejemplo, atornillar) el elemento de amortiguación térmica activo 58, 60 al terminal eléctrico 54, 56.

Haciendo referencia también a la Figura 14, el sistema 30 puede funcionar sustancialmente de la siguiente manera. Los elementos de amortiguación térmica activos 58, 60 pueden estar intercalados eléctrica y térmicamente entre los terminales eléctricos 54, 56 y las partes de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32, como se muestra en 132 y 134. Una corriente eléctrica puede ser suministrada a través de los terminales eléctricos 54, 56 para calentar por efecto Joule los elementos de amortiguación térmica activos 58, 60 y la pieza en bruto 32, como se muestra en 136, en donde los terminales eléctricos 54, 56 tienen un efecto de disipación térmica. Cada elemento de amortiguación térmica activo 58, 60 puede ser calentado por efecto Joule para crear un gradiente de temperatura a través del elemento de amortiguación térmica activo 58, 60 de manera que la primera superficie de contacto 68 esté al menos a la temperatura deseada y la segunda superficie de contacto 70 esté a una temperatura más baja debido al efecto de disipación térmica del terminal eléctrico 54, 56, y de esta manera compensar el efecto de disipación térmica del terminal eléctrico 54, 56 y permitir que la parte de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32 alcance la temperatura deseada, como se muestra en 138.

Además, antes de calentar por efecto Joule la pieza de material en bruto 32 y los elementos de amortiguación térmica activos 58, 60, los elementos de accionamiento 62, 64 pueden mover los terminales eléctricos 54, 56 para que los elementos de amortiguación térmica activos 58, 60 estén en contacto físico con las partes de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32, como se muestra en 134. Después de calentar por efecto Joule la pieza de material en bruto 32 y los elementos de amortiguación térmica activos 58, 60, y antes de conformar la pieza de material en bruto 32, los elementos de accionamiento 62, 64 pueden mover los terminales eléctricos 54, 56 para que los elementos de amortiguación térmica activos 58, 60 no estén en contacto físico con las partes de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32, como se muestra en 140. La pieza de material en bruto 32 puede ser formado a la forma deseada como se muestra en 142.

El sistema 30 puede incluir más, menos o componentes alternativos y/o realizar más, menos o acciones alternativas, incluyendo aquellas discutidas en otros lugares aquí, y particularmente aquellas discutidas en la siguiente sección que describe el método.

Haciendo referencia nuevamente a la Figura 14, se muestra un diagrama de flujo de una modalidad de un método 130 para emplear un elemento de amortiguación térmica activo para reducir los efectos térmicos de un terminal eléctrico en una parte de extremo de una pieza en bruto 32, y así proporcionar un calentamiento por efecto Joule más consistente del material. Los elementos de amortiguación térmica activos pueden estar unidos o de alguna otra manera asociados con los terminales eléctricos respectivos 54, 56 de manera que estén intercalados operativamente (es decir, eléctrica y térmicamente) entre una pieza de material en bruto u otro material 32 y los terminales eléctricos 54, 56 que suministran corriente eléctrica para calentar por efecto Joule la pieza de material en bruto, como se muestra en 132.

En una implementación, los elementos de accionamiento 62, 64 pueden mover los terminales eléctricos 54, 56 de manera que los primeros y segundos elementos de amortiguación térmica activos 58, 60 estén en contacto físico con las primeras y segundas partes de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32, como se muestra en 134.

A continuación, se puede hacer que circule corriente eléctrica a través de un bus eléctrico 52, a través de un terminal eléctrico 54 y sus elementos de amortiguación térmica activos asociados 58, a través de la pieza de material en bruto 32 y a través del otro amortiguador térmico activo 60 y su terminal eléctrico asociado 56, calentando así por efecto Joule los elementos de amortiguación térmica activos 58, 60 y la pieza de material en bruto 32, como se muestra en 136.

Los elementos de amortiguación térmica activos pueden ser calentados por efecto Joule hasta que se crea un gradiente térmico a través de cada elemento de amortiguación térmica activo, de modo que las primeras superficies de los elementos de amortiguación térmica activos que se adhieren a las partes de extremo de la pieza de material en bruto estén al menos a la temperatura deseada de la pieza de material en bruto, en donde las segundas superficies de contacto de los elementos de amortiguación térmica activos que se adhieren a los terminales eléctricos pueden estar a una temperatura relativamente más baja debido a un efecto de disipación térmica de los

terminales eléctricos, como se muestra en 138. De esta manera, toda la pieza de material en bruto, incluyendo las partes de extremo, alcanza la temperatura deseada, y los efectos térmicos de los terminales eléctricos son experimentados por los elementos de amortiguación térmica activos.

- 5 En una implementación, los elementos de accionamiento 62, 64 pueden mover los terminales eléctricos 54, 56 de manera que los elementos de amortiguación térmica activos 58, 60 ya no estén en contacto físico con las partes de extremo 34, 36 de la pieza de material en bruto 32, y de manera que la corriente eléctrica ya no fluya a través de la pieza de material en bruto 32, como se muestra en 140. En una implementación, la pieza de material en bruto calentado por joule 32 puede luego ser conformado a una forma deseada por, por ejemplo, una herramienta de conformación, como se muestra en 142.
- 10

El método 130 puede incluir más, menos o acciones alternativas, incluyendo aquellas discutidas en otros lugares aquí.

- 15 Aunque la invención ha sido descrita con referencia a una o más modalidades ilustradas en las figuras, se entiende que se pueden emplear equivalentes y realizar sustituciones aquí sin apartarse del alcance de la invención tal como se recita en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (30) para lograr un calentamiento por efecto Joule más consistente de una pieza de material en bruto (32) hasta una temperatura deseada, la pieza de material en bruto tiene una parte de extremo (34, 36), el sistema comprende:

un terminal eléctrico (54, 56) configurado para suministrar una corriente eléctrica a la parte de extremo de la pieza de material en bruto para calentarla por efecto Joule, en donde el terminal eléctrico tiene un efecto de disipación térmica; caracterizado porque el sistema comprende

un elemento de amortiguación térmica activo (58, 60) intercalado eléctrica y térmicamente entre el terminal eléctrico y la parte de extremo de la pieza de material en bruto, y configurado para ser calentado por efecto Joule por la corriente eléctrica y compensar el efecto de disipación térmica del terminal eléctrico y permitir de esta manera que la parte de extremo de la pieza de material en bruto alcance la temperatura deseada; el elemento de amortiguación térmica activo que incluye:

una primera superficie de contacto (68) configurada para que colinde físicamente con la parte de extremo de la pieza de material en bruto; y

una segunda superficie de contacto (70) configurada para que colinde con el terminal eléctrico, en donde el calentamiento por efecto Joule del elemento de amortiguación térmica activo crea un gradiente de temperatura a través del elemento de amortiguación térmica activo, de modo que la primera superficie de contacto esté al menos a la temperatura deseada y la segunda superficie de contacto esté a una temperatura más baja debido al efecto de disipación térmica del terminal eléctrico.

2. El sistema (30) de la reivindicación 1, el elemento de amortiguación térmica activo (58, 60) está construido de acero inoxidable o tungsteno.

3. El sistema (30) de la reivindicación 1, el elemento de amortiguación térmica activo (58, 60) está construido con dos o más materiales que tienen diferentes características eléctricas o térmicas; o la primera superficie de contacto (68) tiene una forma no plana seleccionada del grupo que consiste en: redondeada, angular y estriada.

4. El sistema (30) de la reivindicación 1, además incluye un subsistema de conformación (40) configurado para soportar físicamente y dar forma a la pieza de material en bruto (32) en una forma deseada una vez que la pieza de material en bruto ha sido calentada por efecto Joule a la temperatura deseada, el subsistema de conformación incluye –

un elemento de soporte (42) configurado para soportar físicamente la pieza de material en bruto en una posición deseada tanto para el calentamiento por efecto Joule como para la conformación; y

una herramienta de conformación (44) configurada para aplicar una fuerza física a la pieza de material en bruto durante el conformado para cambiar la forma inicial de la pieza de material en bruto a la forma deseada.

5. El sistema (30) de la reivindicación 4, además incluye un subsistema de calentamiento por efecto Joule (50) configurado para enviar la corriente eléctrica a través de la pieza de material en bruto (32) y de esta manera calentar por efecto Joule la pieza de material en bruto a una temperatura deseada en preparación para la conformación de la pieza de material en bruto, el subsistema de calentamiento por efecto Joule incluye –

un bus eléctrico (52) configurado para transportar la corriente eléctrica desde una fuente de corriente hasta el terminal eléctrico (54, 56) para llevar a cabo el calentamiento por efecto Joule;

un elemento de accionamiento (62, 64) configurado para mover el terminal eléctrico y el elemento de amortiguación térmica activo en contacto y fuera de contacto eléctrico con la pieza de material en bruto; y

un miembro flexible (66) que conecta el terminal eléctrico al bus eléctrico, y está configurado para permitir el movimiento del terminal eléctrico con respecto al bus eléctrico durante el accionamiento del elemento de accionamiento.

6. Un método para lograr un calentamiento por efecto Joule más consistente de una pieza de material en bruto (32) hasta una temperatura deseada, la pieza de material en bruto tiene una parte de extremo (34, 36), el método comprende:

interponer eléctrica y térmicamente un elemento de amortiguación térmica activo (58, 60) entre un terminal eléctrico (54, 56) y una parte de extremo (34, 36) de la pieza de material en bruto, el elemento de amortiguación térmica activo incluye una primera superficie de contacto (68) configurada para que colinde físicamente con la parte de extremo de la pieza de material en bruto, y una segunda superficie de contacto (70) configurada para que colinde con el terminal eléctrico;

suministrar una corriente eléctrica a través del terminal eléctrico para calentar por efecto Joule el elemento de amortiguación térmica activo y la pieza de material en bruto, en donde el terminal eléctrico tiene un efecto de disipación térmica; y

calentar por efecto Joule el elemento de amortiguación térmica activo para crear un gradiente de temperatura

a través del elemento de amortiguación térmica activo de manera que la primera superficie de contacto esté al menos a la temperatura deseada y la segunda superficie de contacto esté a una temperatura más baja debido al efecto de disipación térmica del terminal eléctrico, y de esta manera compensar el efecto de disipación térmica del terminal eléctrico y permitir que la parte de extremo de la pieza de material en bruto alcance la temperatura deseada.

5
7. El método de la reivindicación 6, el elemento de amortiguación térmica activo (58, 60) está construido con dos o más materiales que tienen diferentes características eléctricas o térmicas; o la primera superficie de contacto (68) tiene una forma no plana seleccionada del grupo que consiste en: redondeada, angular y estriada.

10
8. El método de la reivindicación 6, que además incluye, una vez que la pieza de material en bruto (32) se calienta a la temperatura deseada, conformar la pieza de material en bruto en una forma deseada aplicando una fuerza física con una herramienta de conformación (44) a la pieza de material en bruto para cambiar una forma inicial de la pieza de material en bruto a la forma deseada.

15
9. El método de la reivindicación 8, que además incluye –

20
antes de calentar por efecto Joule la pieza de material en bruto (32) y el elemento de amortiguación térmica activo (58, 60), mover con un elemento de accionamiento (62, 64) el terminal eléctrico (54, 56) de manera que el elemento de amortiguación térmica activo esté en contacto físico con la parte de extremo (34, 36) de la pieza de material en bruto; y

25
después de calentar por efecto Joule la pieza de material en bruto y el elemento de amortiguación térmica activo, y antes de conformar la pieza de material en bruto, mover con el elemento de accionamiento el terminal eléctrico de manera que el elemento de amortiguación térmica activo no esté en contacto físico con la parte de extremo de la pieza de material en bruto.

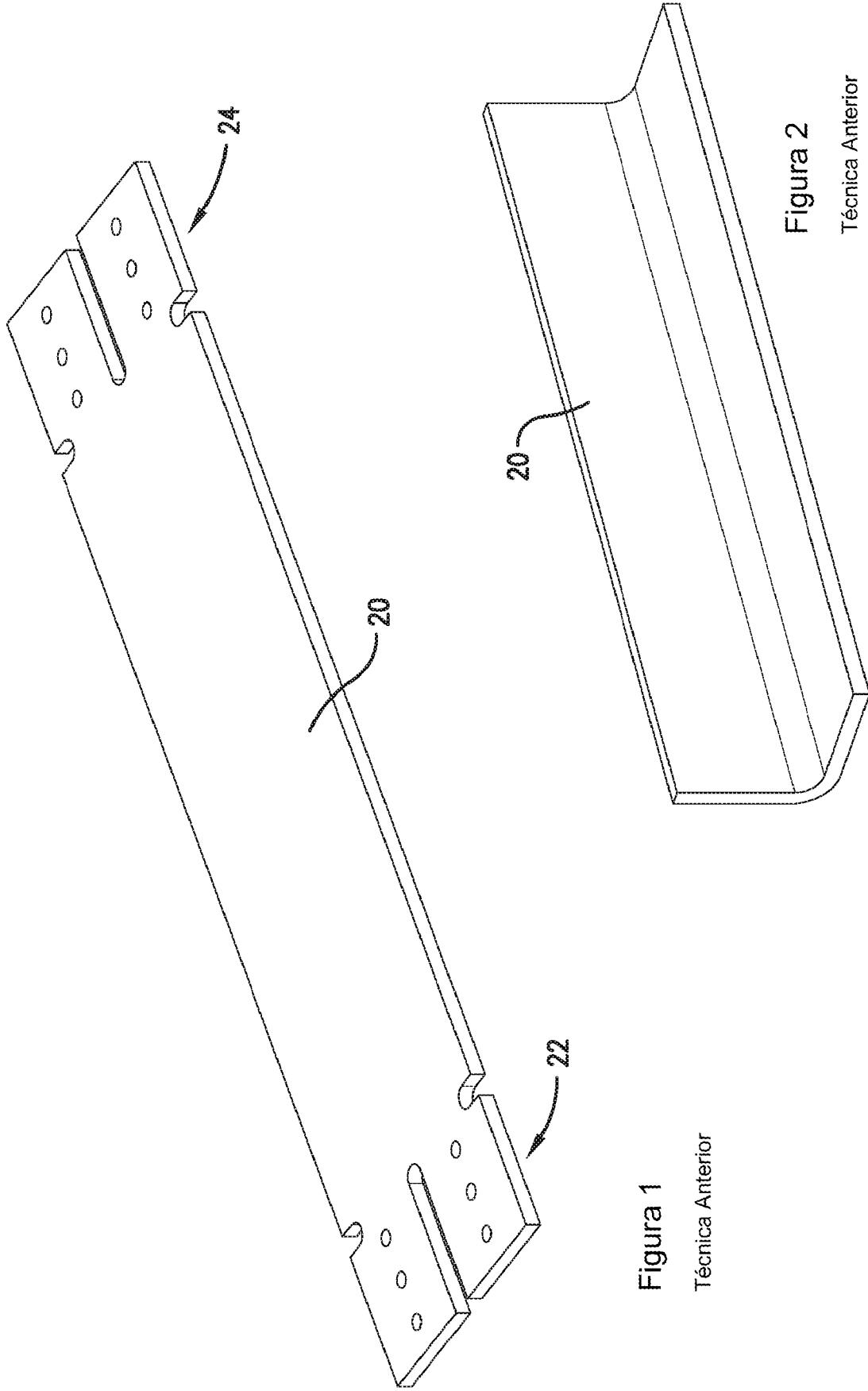


Figura 1
Técnica Anterior

Figura 2
Técnica Anterior

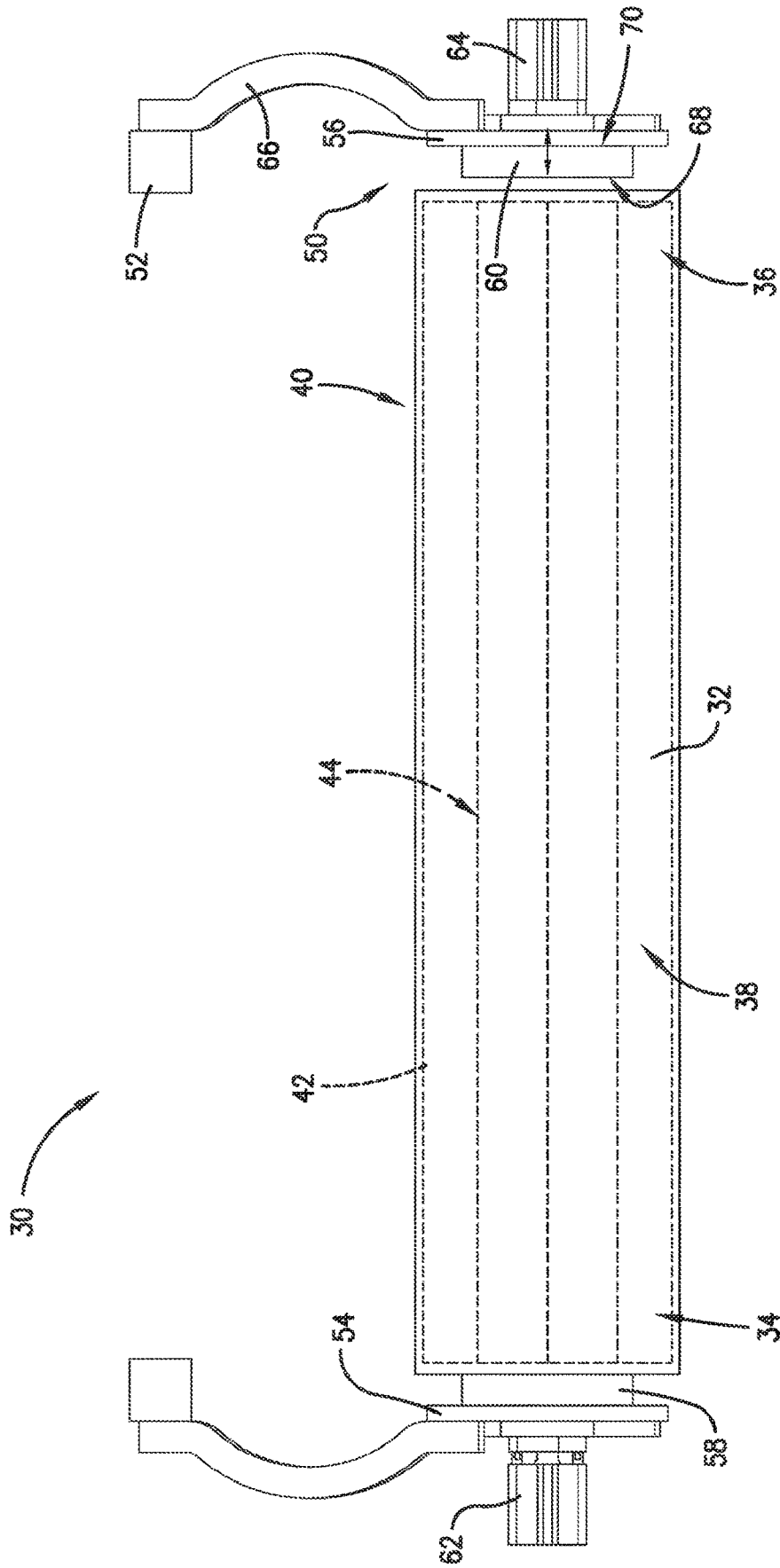


Figura 3

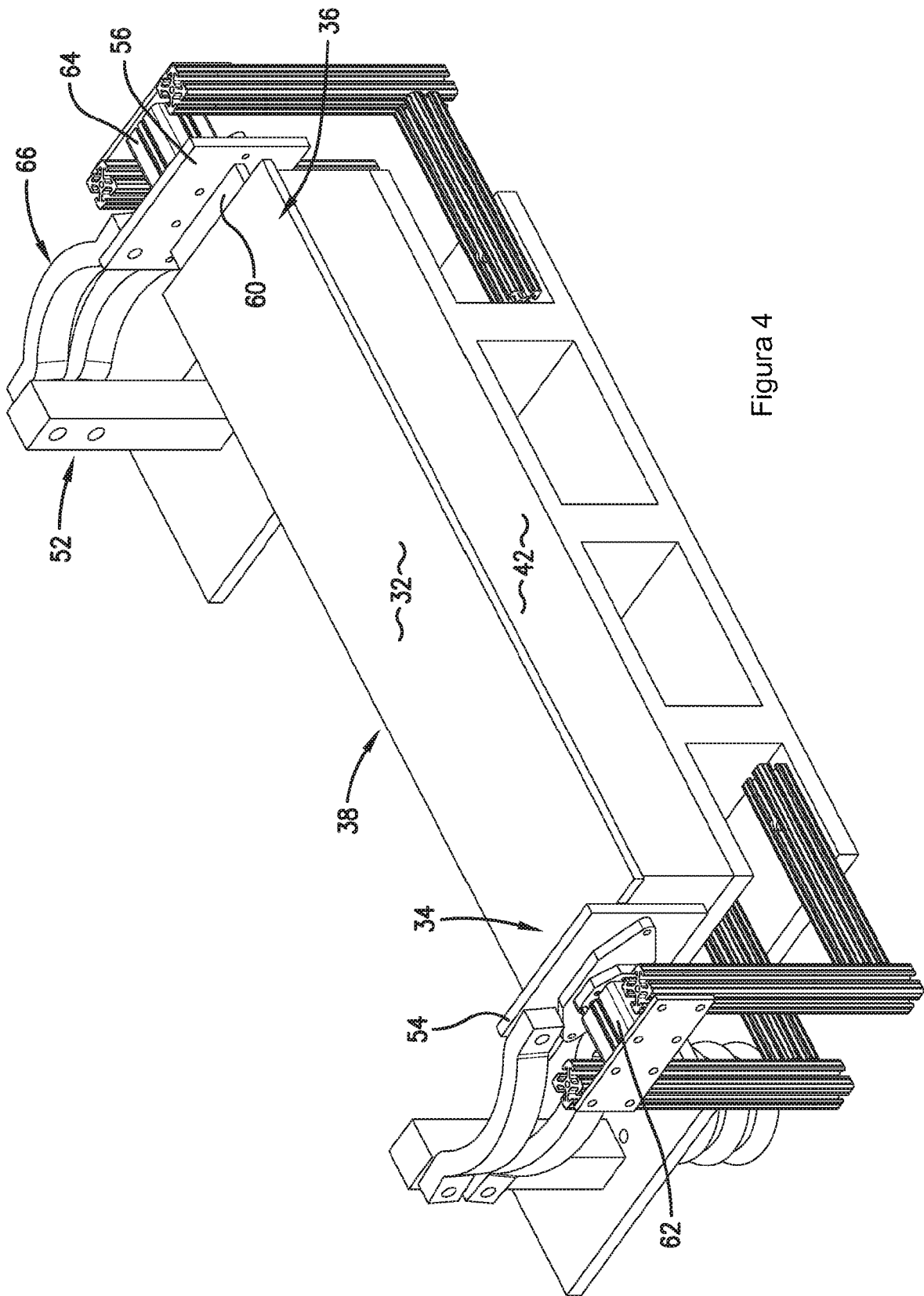


Figura 4

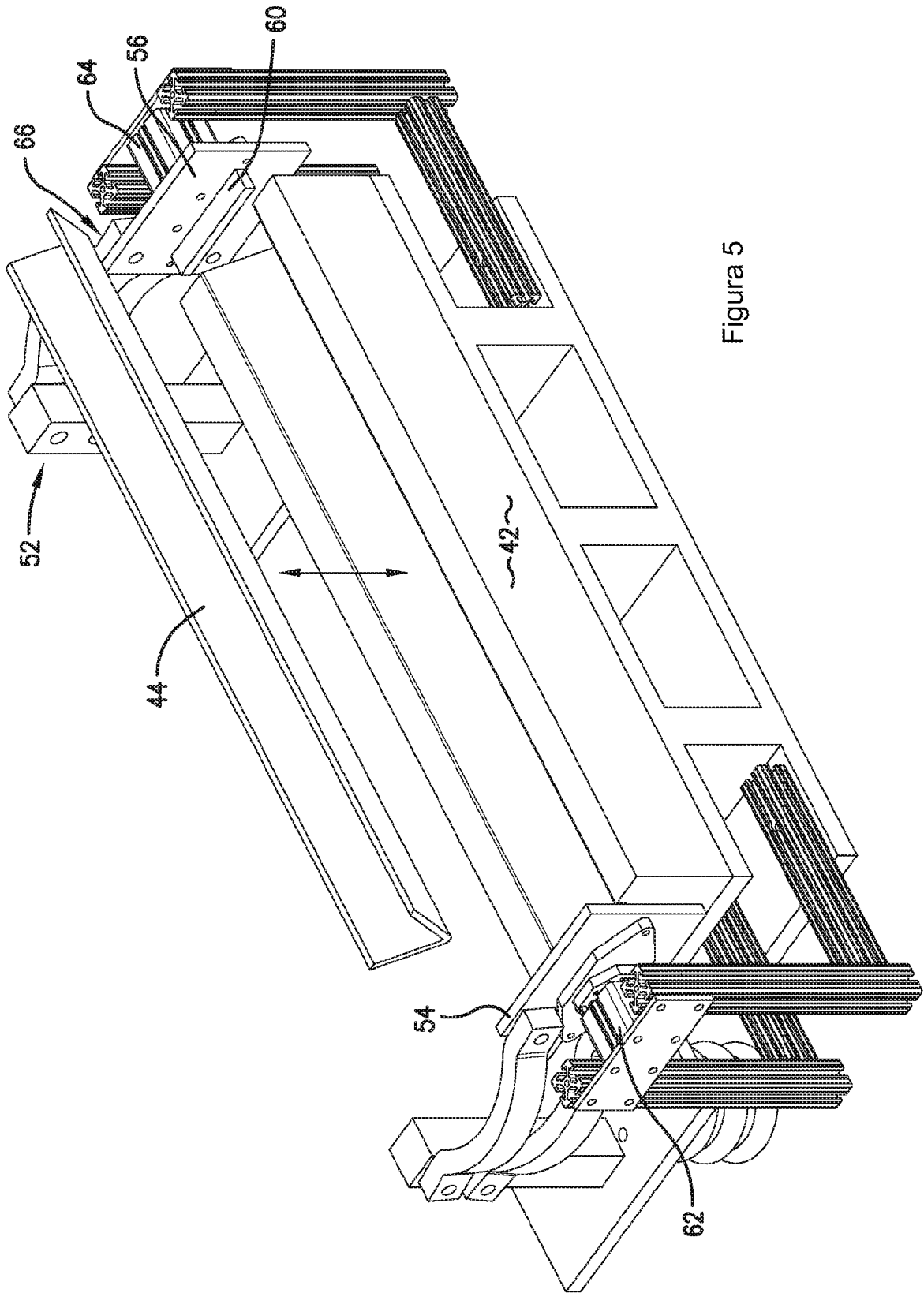


Figura 5

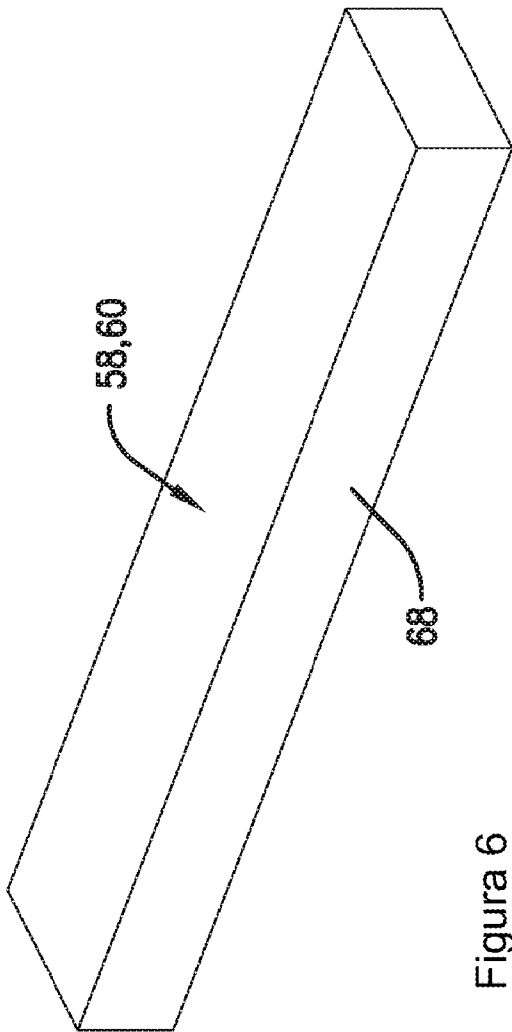


Figura 6

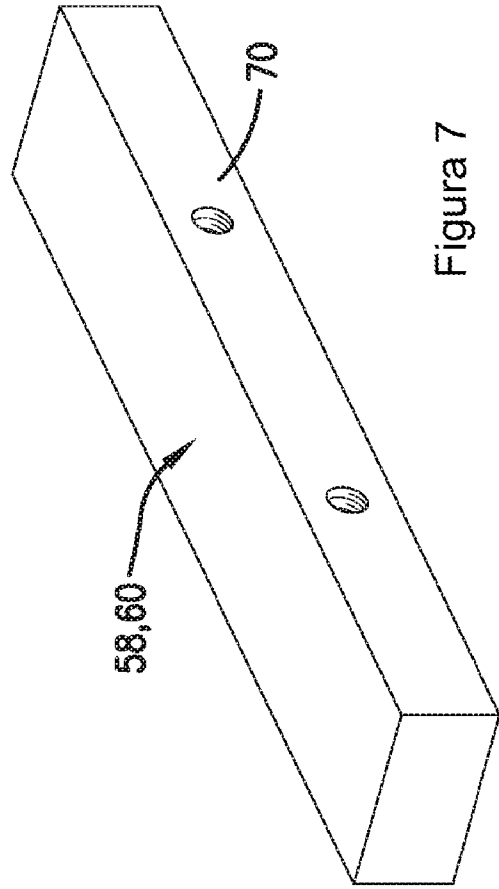


Figura 7

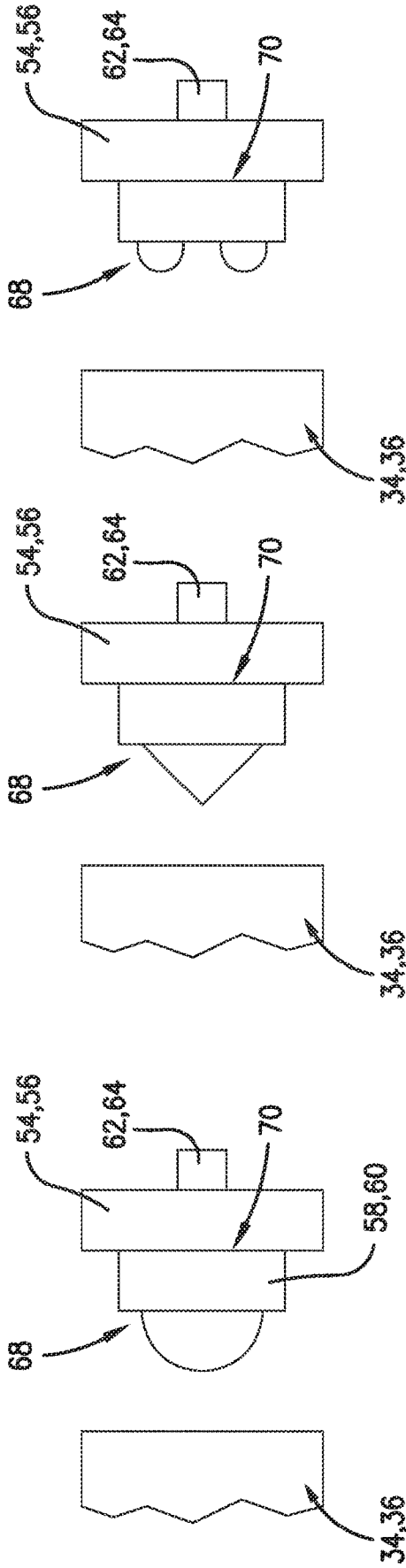


Figure 8

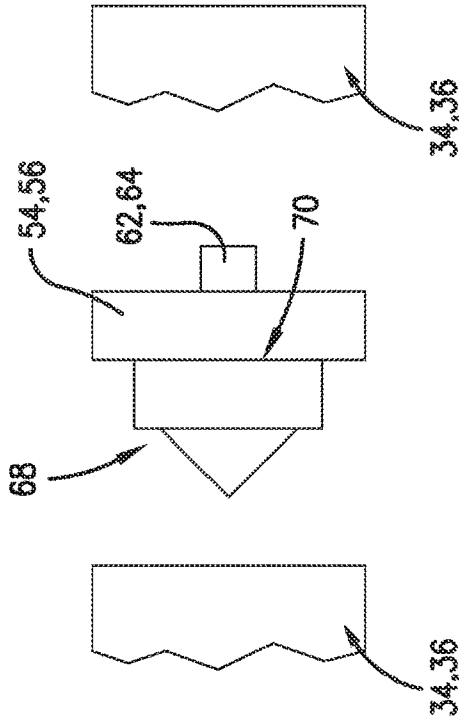


Figure 10

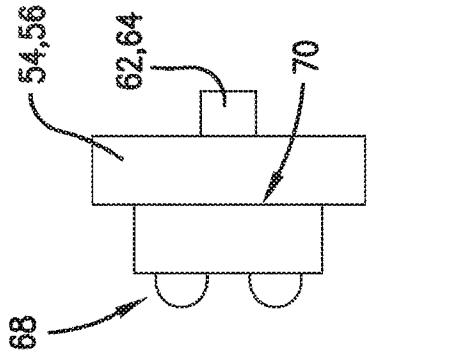


Figure 12

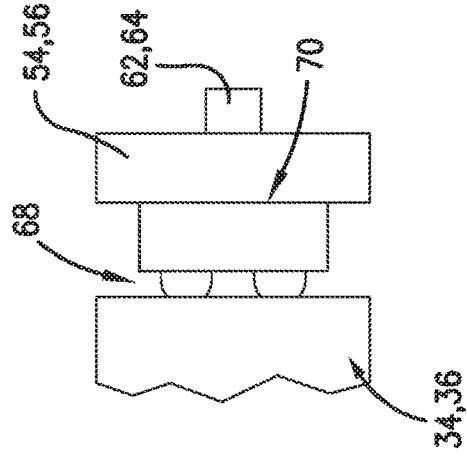


Figure 13

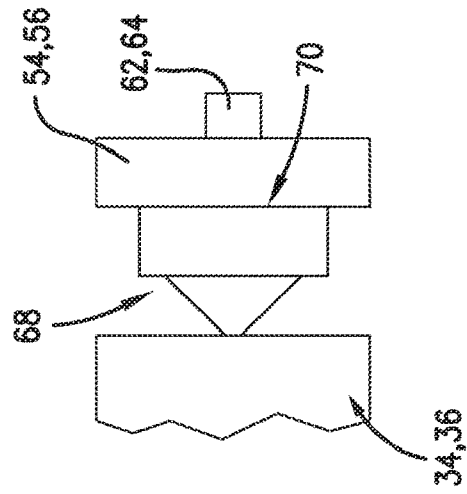


Figure 11

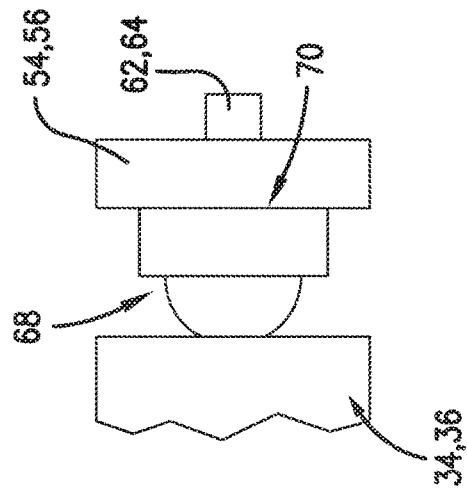


Figure 9

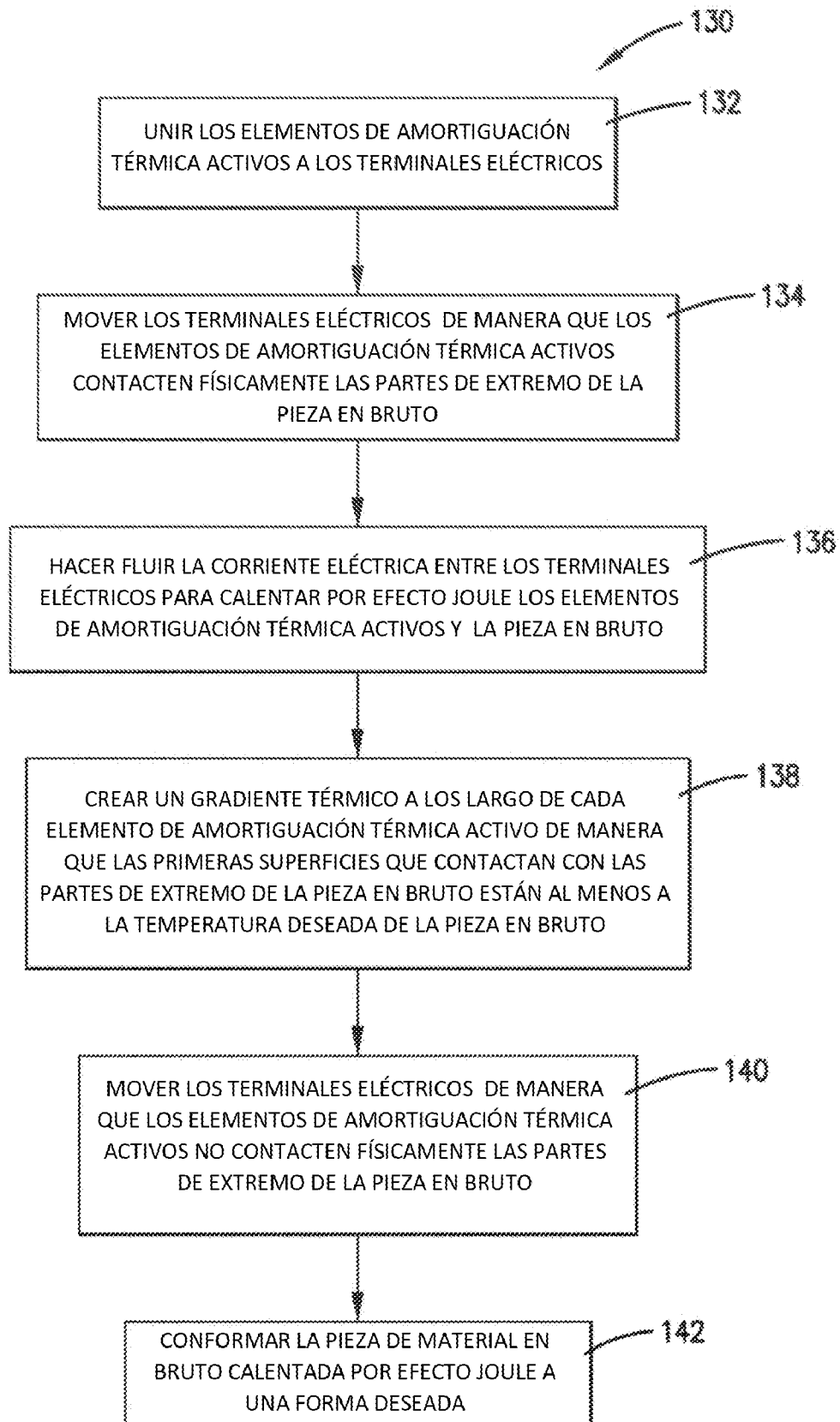


Figura 14