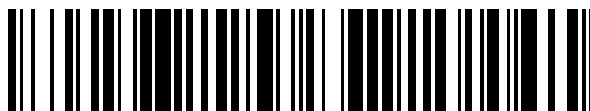


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 798 698**

51 Int. Cl.:

B23K 20/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2016 PCT/EP2016/081203**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017 WO17102953**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2016 E 16809441 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3389913**

54 Título: **Cabezal de soldadura por fricción agitación con unos órganos de acoplamiento y por lo menos un elemento elástico**

30 Prioridad:

18.12.2015 FR 1562796

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

11.12.2020

73 Titular/es:

**ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE RENNES
(50.0%)**

**Campus De Ker Lann Avenue Robert Schuman
35170 Bruz, FR y
INSTITUT MAUPERTUIS (50.0%)**

72 Inventor/es:

**DUBOURG, LAURENT;
MOGNOL, PASCAL;
BARRAU, SÉBASTIEN;
SEVESTRE, GILLES y
MACE, YANN**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 798 698 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

Cabezal de soldadura por fricción agitación con unos órganos de acoplamiento y por lo menos un elemento elástico.

5

La invención se refiere a un cabezal de soldadura por fricción agitación tal como se define en el preámbulo de la reivindicación 1 (véase, por ejemplo, el documento WO 00/02704).

Un campo de aplicación de la invención se refiere a las máquinas herramienta, por ejemplo con control numérico.

10

En particular, la invención prevé poder realizar una soldadura por fricción agitación con la ayuda de una máquina herramienta que dispone de un husillo rotativo puesto en rotación por un motor de la máquina.

La soldadura por fricción agitación hace intervenir una herramienta de soldadura específica, que es preciso girar para que penetre en las dos piezas mecánicas que se deben soldar y que es preciso desplazar haciéndola girar a lo largo de una línea de unión de estas dos piezas según una trayectoria prescrita. La penetración de la herramienta en la pieza debe ser constante con el fin de garantizar la calidad de la soldadura.

15

Por consiguiente, una fuerza significativa es ejercida por la herramienta de soldadura girando sobre las piezas.

20

El problema de efectuar una soldadura por fricción agitación con la ayuda de una máquina herramienta es que el husillo de mecanizado motor de la máquina herramienta no está dimensionado para este trabajo.

Ahora bien, por reacción en la soldadura, se ejercen unas fuerzas importantes procedentes de la herramienta sobre el husillo de la máquina herramienta. Estas fuerzas corren el riesgo de deteriorar prematuramente el husillo de la máquina herramienta.

25

Además, la distancia (la altitud por ejemplo) de las piezas con respecto a la máquina herramienta puede variar debido a la imprecisión dimensional de las piezas, a los errores de posicionamiento de las piezas en la máquina herramienta o a la deformación de las piezas durante la soldadura.

30

La invención prevé paliar los inconvenientes del estado de la técnica, proponiendo un cabezal de soldadura por fricción agitación, que protege el husillo motor de la máquina con respecto a las fuerzas ejercidas en la soldadura y proponiendo una compensación mecánica de la posición del cabezal que protege unas variaciones de las distancias de las piezas que se deben soldar con respecto a la máquina herramienta, asegurando así una calidad constante de soldadura.

35

Un cabezal (1) de soldadura por fricción agitación de acuerdo con la invención está definido en la reivindicación 1. Este cabezal según la invención está destinado a ser fijado sobre una máquina para realizar una soldadura por fricción agitación con la ayuda de una herramienta destinada a ser fijada a un portaherramientas (4), que forma parte del cabezal, y comprende las características siguientes:

40

el cabezal comprende un bastidor externo (2), destinado a ser fijado a un chasis de la máquina, una pieza (7) de accionamiento, destinada a ser accionada por un husillo de accionamiento, que forma parte de la máquina y que está montado de forma rotativa alrededor de un eje con respecto al chasis, para accionar en rotación el portaherramientas (4) alrededor del eje mediante la puesta en rotación de la pieza (7) de accionamiento,

45

el portaherramientas (4) está fijado a un árbol (3) montado de forma rotativa alrededor del eje en una corredera (5), que es guiada en traslación según el eje en el bastidor (2),

50

por lo menos una pieza (6) de acoplamiento es guiada en traslación según el eje sobre la pieza (7) de accionamiento, la pieza (6) de acoplamiento y la pieza (7) de accionamiento presentan respectivamente unos primeros y segundos órganos (61, 71) de acoplamiento en rotación uno con el otro alrededor del eje para accionar en rotación la pieza (6) de acoplamiento a partir de la pieza (7) de accionamiento,

55

la pieza (6) de acoplamiento y el árbol (3) están acoplados en rotación alrededor del eje para accionar en rotación el árbol (3) a partir de la pieza (6) de acoplamiento,

estando por lo menos un elemento elástico (9) de transferencia de las fuerzas axiales interpuesto entre la corredera (5) y el bastidor (2).

60

La invención propone así un cabezal de soldadura por fricción agitación, que permite soldar con unos centros de mecanizado MOCN (del francés *Machine-Outil à Commande Numérique* – Máquina herramienta de control numérico) ya existentes. El cabezal según la invención permite trasladar las fuerzas al bastidor externo y, desde allí al chasis de la máquina en la que debe ser montado el cabezal, para aislar el husillo de esta máquina frente a las fuerzas. Los elementos frágiles, tales como el husillo y los rodamientos de la máquina están así protegidos,

65

- únicamente el par de rotación es proporcionado por el husillo. La invención permite trasladar las fuerzas al bastidor de la máquina y al mismo tiempo proteger los husillos de estas fuerzas. Además, la invención permite integrar en el cabezal de soldadura un sistema de adaptación a las variaciones de altitud o de distancia de las piezas que se deben soldar (en inglés: "*compliance*"), con el fin de obtener una calidad de soldadura constante, pero sin tener que utilizar obligatoriamente una orden en el autómatas de la máquina herramienta. La invención permite un control de la fuerza, es decir que el cabezal de soldadura permite que la herramienta de soldadura FSW conserve una posición constante con respecto a las piezas que se deben soldar a pesar de los defectos geométricos de las superficies que se deben soldar.
- 5
- 10 Según un modo de realización, por lo menos un órgano (8) flexible de absorción de las vibraciones está interpuesto entre la pieza (6) de acoplamiento y el árbol (3), teniendo la pieza (6) de acoplamiento y el árbol (3) respectivamente unos terceros y cuartos órganos (62, 32) de acoplamiento en rotación por medio del órgano flexible (8) de absorción alrededor del eje para accionar en rotación el árbol (3) a partir de la pieza (6) de acoplamiento. Se protege así el husillo frente a las vibraciones que proceden de la herramienta y ejercidas cuando tiene lugar la soldadura. El husillo de la máquina está así aislado de las vibraciones de la herramienta.
- 15
- Según un modo de realización, el elemento elástico (9) comprende por lo menos un resorte (91) de compresión.
- 20 Según un modo de realización, el elemento elástico (9) comprende por lo menos una arandela elástica.
- Según un modo de realización, los primeros y segundos órganos (61, 71) de acoplamiento comprenden respectivamente unas primeras y segundas acanaladuras que se extienden según el eje, para guiar según el eje la pieza (6) de acoplamiento con respecto a la pieza (7) de accionamiento, y engranando una con la otra alrededor del eje para accionar en rotación la pieza (6) de acoplamiento a partir de la pieza (7) de accionamiento.
- 25
- Según un modo de realización, los terceros y cuartos órganos (62, 32) de acoplamiento en rotación comprenden respectivamente unos terceros y cuartos dientes (62, 32) que engranan unos con los otros alrededor del eje por medio del órgano (8) de absorción.
- 30 Según un modo de realización, el órgano (8) de absorción de las vibraciones comprende una base (81) en cuya periferia están fijadas unas patas (82) que delimitan entre ellas alrededor del eje (A) unos primeros y segundos intervalos (831, 832) en los que están insertados respectivamente los terceros dientes (62) y los cuartos dientes (32).
- 35 Según un modo de realización, la corredera (5) es solidaria con por lo menos un primer raíl (51) de guiado axial, el bastidor (2) es solidario con por lo menos un segundo raíl (52) de guiado axial, estando por lo menos un rodillo (53) de rodamiento montado entre el primer raíl (51) y el segundo raíl (52) para permitir la traslación del primer raíl (51) con respecto al segundo raíl (52) según el eje.
- 40 Según un modo de realización, el árbol (3) comprende por lo menos un primer conducto (33) que presenta por lo menos un primer extremo (34) de salida hacia el exterior y por lo menos un segundo extremo que se encuentra en comunicación con un segundo conducto (35) dispuesto en la corredera (5), siendo el segundo conducto (35) apto para ser puesto en comunicación con una primera canalización de suministro de un primer fluido de refrigeración.
- 45
- Según un modo de realización, la corredera (5) comprende un tercer conducto (36) que comprende por lo menos una tercera parte extrema (361) de entrada de fluido, apta para ser puesta en comunicación con por lo menos una segunda canalización de suministro de un segundo fluido de enfriamiento, y por lo menos un cuarto extremo (362) de salida de fluido apto para ser puesto en comunicación con por lo menos una tercera canalización de evacuación del segundo fluido de enfriamiento.
- 50
- Según un modo de realización, el cabezal comprende por lo menos un sensor (11) de medición, que permite determinar la fuerza ejercida sobre la corredera (5).
- 55 Según un modo de realización, el cabezal comprende por lo menos un sensor (11) de medición de distancia, que permite determinar la posición de la corredera (5) con respecto al bastidor (2) y por lo tanto la fuerza ejercida sobre la corredera (5) conociendo la rigidez del elemento elástico (9).
- Según un modo de realización, el cabezal comprende por lo menos un órgano (12) de enclavamiento y de desenclavamiento de la corredera (5) con respecto al bastidor (2) en traslación según el eje.
- 60
- Según un modo de realización, el cabezal comprende por lo menos un sensor de temperatura que permite vigilar la temperatura de calentamiento del cabezal cuando tiene lugar la soldadura.
- 65 Según un modo de realización, la pieza (6) de acoplamiento y el árbol (3) son solidarios una con el otro y/o son solidarios en rotación una con el otro y/o están realizados de una sola pieza y/o están fijados una al otro.

Según un modo de realización, el portaherramientas (4) y el árbol (3) están realizados de una sola pieza.

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

5

- la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva frontal de un cabezal de soldadura según un modo de realización de la invención,

10

- la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva posterior del cabezal de soldadura según un modo de realización de la invención,

15

- las figuras 3 y 5 son unas vistas esquemáticas frontal y derecha del cabezal de soldadura según un modo de realización de la invención,

15

- las figuras 4 y 6 son unas vistas en sección axial respectivamente lateral y frontal del cabezal de soldadura según un modo de realización de la invención,

20

- la figura 7 es una vista esquemática posterior del cabezal de soldadura según un modo de realización de la invención,

25

- la figura 8 es una vista esquemática en perspectiva explosionada de un órgano de acoplamiento mecánico y de absorción de las vibraciones, que forma parte del cabezal de soldadura según un modo de realización de la invención,

25

- la figura 9 es una vista inferior del cabezal de soldadura según un modo de realización de la invención,

30

- la figura 10 es una vista en sección inferior del cabezal de soldadura según un modo de realización de la invención,

30

- la figura 11 es una vista esquemática en perspectiva de un órgano de enclavamiento y de desenclavamiento de la función de adaptación (en inglés: "*compliance*") del cabezal de soldadura según un modo de realización de la invención,

35

- la figura 12 es una vista esquemática en sección axial del cabezal de soldadura en una primera posición baja según un modo de realización de la invención, y

40

- la figura 13 es una vista esquemática en sección axial del cabezal de soldadura en una segunda posición alta, según un modo de realización de la invención,

40

- la figura 14 es una vista esquemática en perspectiva de una soldadura efectuada por una herramienta de soldadura por fricción agitación con la ayuda del cabezal según la invención,

45

- las figuras 15 y 16 son unas vistas esquemáticas en perspectiva de un sistema de guiado del cabezal según un modo de realización de la invención.

En las figuras, el cabezal de soldadura por fricción agitación según la invención comprende un bastidor exterior 2, destinado a ser fijado a un chasis C de la máquina M. Esta máquina M puede ser una máquina herramienta, por ejemplo, una máquina herramienta con control numérico. En el caso de una máquina herramienta, el husillo B se puede denominar morro de husillo. La máquina M comprende un husillo B de accionamiento, que está montado de forma rotativa alrededor de un eje A con respecto al chasis C. En la continuación de la descripción, el eje y el término axial se consideran con referencia a este eje A de rotación de husillo B. Un primer sentido A1 del eje A, indicado simbólicamente de arriba a abajo en las figuras, va desde la pieza 7 de accionamiento del cabezal 1 al árbol 3 del cabezal 1, mientras que un segundo sentido A2 del eje A, inverso al primer sentido A1 e indicado simbólicamente de abajo a arriba en las figuras, va desde el árbol 3 a la pieza 7 de accionamiento.

50

55

El cabezal 1 comprende el árbol 3, sobre el cual debe ser montada una herramienta O de soldadura por fricción agitación. Con este fin, la herramienta O está fijada por ejemplo a un portaherramientas 4, fijado a su vez al árbol 3. El portaherramientas 4 puede estar realizado de una sola pieza con el árbol 3. La herramienta O puede estar realizada de una sola pieza con el portaherramientas 4.

60

La herramienta O de soldadura por fricción agitación comprende por ejemplo un pasador extremo OE fijado por medio de un hombro OP transversal al eje A a una parte superior OS fijada al portaherramientas 4. Por ejemplo, el portaherramientas 4 comprende un hueco central 41 de alojamiento del extremo superior OS2 de la parte OS de la herramienta O, por unos medios de fijación, por ejemplo por atornillado u otros. Por ejemplo, el árbol 3 comprende en su extremo bajo según el sentido A1, otro hueco central 42 de alojamiento del extremo superior 43

65

del portaherramientas 4, por unos medios de fijación, por ejemplo por atornillado u otros.

Tal como está representado en la figura 14, la soldadura por fricción agitación (en inglés FSW por "Friction Stir Welding") se efectúa mediante la puesta en rotación de la herramienta O alrededor del eje A (según la flecha R), para que el pasador OE penetre en las por lo menos dos piezas que se deben soldar P1 y P2, hasta que el reborde OP haga tope contra estas piezas P1 y P2, y después desplazamiento de la herramienta O según una trayectoria prescrita D a lo largo de una línea de junta LJ para realizar la soldadura SFSW por fricción agitación. La pieza P1 puede estar colocada por debajo de la pieza P2 con el fin de realizar una soldadura por transparencia, atravesando la herramienta total o parcialmente P1. La velocidad de rotación del husillo B y por lo tanto de la herramienta O puede estar comprendida entre 500 y 10000 revoluciones/minuto. La rotación de la herramienta O crea por lo tanto una zona Z de agitación del material de las piezas P1 y P2. La soldadura por fricción agitación necesita un movimiento de rotación R, un movimiento D de avance y una fuerza F de forja. Según las aplicaciones, espesores, materiales, esta fuerza de forja F puede estar comprendida entre 1 kN y más de 50 kN. Los tres parámetros principales de la soldadura por fricción agitación son la velocidad de rotación según R, la velocidad de avance según D y la fuerza de forja F.

Según la invención, el árbol 3 está montado de forma rotativa alrededor del eje A en una corredera 5.

La corredera 5 es guiada en traslación según el eje A en el bastidor 2. La corredera 5 puede estar en unión deslizante con respecto a la caja exterior.

El cabezal 1 comprende una pieza 7 de accionamiento, destinada a ser accionada por el husillo B de accionamiento de la máquina M, por ejemplo estando acoplada al husillo B de accionamiento de la máquina M. El husillo B puede comprender con este fin unos medios de fijación para fijar el husillo B a la pieza 7 de accionamiento. El cabezal 1 comprende además por lo menos una pieza 6 de acoplamiento, que es guiada en traslación según el eje A sobre la pieza 7 de accionamiento. La pieza 6 de acoplamiento comprende unos primeros órganos 61 de acoplamiento. La pieza 7 de accionamiento comprende unos segundos órganos 71 de acoplamiento en rotación con los primeros órganos 61 de acoplamiento alrededor del eje A, para accionar en rotación la pieza 6 de acoplamiento a partir de la rotación de la pieza 7 de accionamiento alrededor del eje A. Los órganos 61 y 71 pueden comprender cualquier elemento mecánico que permita transmitir un par de rotación desde la pieza 7 de accionamiento a la pieza 6 de acoplamiento. En un modo de realización, los primer y segundo órganos 61, 71 de acoplamiento comprenden respectivamente unas primeras y segundas acanaladuras que se extienden según el eje A. Las acanaladuras u órganos 61, 71 son aptos para guiar en traslación según el eje A la pieza 6 de acoplamiento con respecto a la pieza 7 de accionamiento. Las primera y segunda acanaladuras engranan una con la otra alrededor del eje A para accionar en rotación la pieza 6 de acoplamiento a partir de la rotación de la pieza 7 de accionamiento. Como la traslación entre la pieza 7 y el conjunto O, 4, 3, 8, 6 es libre, no se transmite ninguna fuerza axial a los elementos sensibles del husillo a través de la pieza 7. En otro modo de realización, los primeros y segundos órganos 61, 71 de acoplamiento comprenden unas chavetas o cualquier elemento mecánico que permita transmitir un par de rotación.

Según un modo de realización, el cabezal 1 comprende por lo menos un órgano 8 de acoplamiento y de absorción de las vibraciones, que está interpuesto entre la pieza 6 de acoplamiento y el árbol 3. El órgano 8 permite absorber las vibraciones que resultan de la soldadura y transmitir el par entre las bridas 6 y 3.

Evidentemente, el cabezal puede no comprender este órgano 8 de absorción de las vibraciones, y/o puede no comprender los elementos 62, 32 descritos a continuación. En este caso, por ejemplo, según un modo de realización, la pieza (6) de acoplamiento y el árbol (3) son solidarios una con el otro y/o son solidarios en rotación una con el otro y/o están realizados de una sola pieza y/o están fijados una al otro.

Se describirá a continuación con mayor detalle el modo de realización representado en las figuras, en el que está presente este órgano 8 de absorción de las vibraciones.

Por ejemplo, el órgano 8 de absorción de vibraciones puede estar realizado en un material flexible, por ejemplo elastómero, como por ejemplo caucho u otros. El órgano 8 de absorción de vibraciones está montado de tal manera que el árbol 3 no toque la pieza 6 de acoplamiento. Por tanto, el órgano 8 de absorción de las vibraciones mecánicas es un órgano 8 de mantenimiento a distancia de la pieza 6 de acoplamiento con respecto al árbol 3. Por el contrario, el órgano 8 de absorción de las vibraciones está dispuesto para permitir la transmisión del par de rotación de la pieza 6 de acoplamiento al árbol 3 alrededor del eje A. El órgano 8 está formado por ejemplo por un acoplamiento flexible y aísla el husillo con respecto al árbol 3 que encaja los esfuerzos y las vibraciones.

Con este fin, la pieza 6 de acoplamiento comprende unos terceros órganos 62 de acoplamiento y el árbol 3 comprende unos cuartos órganos 32 de acoplamiento en rotación con estos terceros órganos 62 de acoplamiento por medio del órgano 8 de absorción de las vibraciones alrededor del eje A, para accionar en rotación el árbol 3 a partir de la rotación de la pieza 6 de acoplamiento.

Los órganos 62, 32 de acoplamiento y el órgano 8 tienen como propiedades la absorción de las vibraciones, y son unos elementos que constituyen una transmisión de par que permite una absorción de las vibraciones.

Los terceros órganos 62 de acoplamiento están previstos por ejemplo en un extremo bajo de la pieza 6.

Los cuartos órganos 32 de acoplamiento están previstos por ejemplo en una parte central del árbol 3, alejada de la herramienta O y del portaherramientas 4.

Un modo de realización de este órgano 8 está representado con mayor detalle en las figuras 8 y 10.

Los terceros órganos de acoplamiento 62 son por ejemplo unos terceros dientes 62 que sobresalen en el primer sentido A1 y están distribuidos alrededor del eje A. Los cuartos órganos 32 de acoplamiento son por ejemplo unos cuartos dientes 32 que sobresalen en el segundo sentido A2 y están distribuidos alrededor del eje A.

En un modo de realización, el órgano 8 de absorción de las vibraciones comprende un anillo 81 en cuya periferia están fijadas unas patas 82 alejadas una de la otra alrededor del eje A. Entre las patas 82 se encuentran unos intervalos 83 que permiten cada uno el paso de uno de los terceros dientes 62 (siendo entonces este intervalo 83 un intervalo 831) o de uno de los cuartos dientes 32 (siendo entonces este intervalo 83 un intervalo 832). Así, los dientes 62 están insertados en los primeros intervalos 831 diferentes de los segundos intervalos 832 en los que están insertados los dientes 32 de acoplamiento, por ejemplo alternando alrededor del eje A. Entre los dientes 62 de acoplamiento, la pieza 6 de acoplamiento comprende unos primeros huecos 63 en cada uno de los cuales están insertadas dos patas 82 consecutivas, y entre estas últimas un diente 32 de acoplamiento. Asimismo, entre los dientes 32 de acoplamiento, el árbol 3 comprende unos segundos huecos 33, en cada uno de los cuales están insertadas dos patas 82 consecutivas, y entre estas últimas un diente 62 de acoplamiento.

La longitud 84 de las patas 82 según el eje A es superior a la profundidad de los huecos 63 y 33 según este eje A. Se impide así que los dientes 62 de acoplamiento toquen el árbol 3 y que los dientes 32 de acoplamiento toquen la pieza 6 de acoplamiento. Por el contrario, la rotación de los dientes 62 de acoplamiento alrededor del eje A provoca la rotación de las patas 82 situadas en los huecos 63 y la rotación de los dientes 32 de acoplamiento insertados entre las patas 82 en el hueco 63 alrededor del eje A. Así, los tercer y cuarto dientes 62, 32 engranan unos con los otros alrededor del eje A por medio del órgano 8 de absorción.

El cabezal 1 de soldadura comprende además unos medios de guiado de su corredera 5 según el eje A.

El cabezal de soldadura 1 comprende por lo menos un elemento elástico 9 de transferencia de las fuerzas axiales, que está interpuesto entre la corredera 5 y el bastidor 2. Según un modo de realización, están previstos varios elementos 9 elásticos distribuidos alrededor del eje A. El elemento elástico 9 comprende por ejemplo por lo menos un resorte 91 de compresión, por ejemplo varios resortes 91 de compresión distribuidos alrededor del eje A. Este o estos elementos 9 forman un sistema de adaptación a las variaciones de distancia entre el husillo B y las piezas P1, P2 según el eje A.

Así, cuando, para realizar la soldadura por fricción agitación, se hace girar el husillo B por el motor de la máquina M, el husillo B acciona en rotación alrededor del eje A la pieza 7 de accionamiento, que arrastra en rotación la pieza 6 de acoplamiento, que acciona a su vez en rotación el árbol 3 y por lo tanto la herramienta O alrededor del eje A. Cuando el cabezal 1, por medio de la bajada del chasis C, baja hacia las piezas que se deben soldar, las vibraciones que suben desde la herramienta O hacia el árbol 3 según el eje A son amortiguadas por el órgano 8 intermedio de absorción de vibraciones cuando este último está presente y por lo tanto no son transmitidas, o lo son poco, a la pieza 6 de acoplamiento. Además, la libertad de traslación axial de la pieza 6 de acoplamiento con respecto a la pieza 7 de accionamiento impide asimismo la transmisión de las fuerzas axiales a esta última fijada al husillo B de la máquina M. Estas fuerzas axiales son transmitidas desde el árbol 3 hasta la corredera 5, y después desde la corredera 5 hasta el elemento elástico 9, que absorbe estas fuerzas axiales, que son trasladadas entonces al bastidor 2 y por lo tanto al chasis C. Se protege así el husillo B de la máquina M frente a las fuerzas axiales de forjado, y también a las fuerzas transversales de forjado que pueden ser debidas al desplazamiento de la herramienta O transversalmente al eje A según el desplazamiento D. El cabezal 1 procura así una seguridad frente a los husillos C y dispone de un control de fuerza, es decir un sistema que permite conservar una fuerza de forja en un intervalo muy aceptable para la calidad de las soldaduras a pesar de los defectos geométricos de las piezas, causados por ejemplo por unas superficies sin tratar.

Según un modo de realización, el árbol 3 está montado de manera giratoria en la corredera 5 por medio de uno o varios rodamientos 10 alrededor del eje A, pudiendo este rodamiento 10 ser por ejemplo un rodamiento 10 de bolas u otro.

El bastidor 2 comprende unas paredes exteriores 21, 22, 23, 24, por ejemplo planas alrededor del eje A, que forman una caja exterior que delimita un espacio en el que se encuentra la corredera 5. La corredera 5 comprende un espacio interior 50 en el que se encuentran el árbol 3, el órgano 8, la pieza 6 y la pieza 7. La pieza 6 de acoplamiento está guiada por ejemplo en traslación entre la pieza 7 central y una funda 38 del árbol 3,

situada en un extremo superior de este último. El órgano 8 está alojado por ejemplo en la parte inferior de la funda 38.

5 Según un modo de realización, está previsto un sistema de guiado lineal de la corredera 5 con respecto al bastidor 2 según el eje A.

10 Según un modo de realización, la corredera 5 es solidaria con por lo menos un primer raíl 51 de guiado axial. El bastidor 2 es solidario con por lo menos un segundo raíl 52 de guiado axial. Por lo menos una jaula 530 de rodillos 53 de rodamiento está montada entre el primer raíl 51 y el segundo raíl 52 para permitir la traslación del primer raíl 51 con respecto al segundo raíl 52 según el eje A. Los rodillos 53 están alojados en una jaula 530 situada entre los raíles 51 y 52. Por ejemplo, los raíles 51 y 52 se extienden paralelamente al eje A. El rodillo 53 tiene por ejemplo un eje de rotación en oblicuo con respecto a las paredes 21, 22, 23, 24 y está situado en un plano transversal al eje A. Pueden estar previstos por lo menos dos juegos de raíles 51, raíles 52 y rodillo 53, por ejemplo cuatro cerca de las esquinas del bastidor 2 y de la corredera 5.

15 El elemento elástico 9 puede comprender por lo menos un resorte de compresión y/o por lo menos una arandela elástica (denominada belleville) o cualquier elemento mecánico elástico.

20 Se describe a continuación el ejemplo de un resorte 91 de compresión.

25 Cada resorte de compresión 91 puede ser por ejemplo un resorte helicoidal que se extiende según una dirección paralela al eje A entre un primer extremo 92 de apoyo contra un tope 54 de la corredera 5 y un segundo extremo 93 apoyado contra un segundo tope 25 del bastidor 2. La corredera 5 puede comprender alrededor del tope 54 una pared exterior 55 de calado del resorte 91 o del elemento 9. Asimismo, el tope 25 puede comprender una pared interior 26 de calado del resorte 91 o del elemento 9. Las paredes 55 y 26 se extienden por ejemplo según el eje A. El resorte 91 está por lo tanto calado entre los topes 54 y 25 y entre las paredes 55 y 26. El o los tope(s) inferior(es) 54 se prolonga(n) por una pared principal 56 de la corredera 5, que se extiende según el eje A alrededor de ésta y de la cual una parte inferior 57 lleva el rodamiento 10. Las paredes 56 son por ejemplo planas alrededor del eje A, por ejemplo cuatro paredes planas 56, paralelas a las paredes 21, 22, 23, 24. El raíl 51 está fijado sobre la superficie exterior de esta pared principal 56. Los raíles 51 y 52 permiten mantener la corredera 5 a distancia de las paredes 21, 22, 23, 24 del bastidor 2.

35 El bastidor 2 comprende un tope 27 de parada para detener un resalte correspondiente 58 de la corredera 5 en el sentido de la traslación según el sentido A1 de descenso con respecto al bastidor 2, pudiendo este resalte 58 estar formado por ejemplo por el dorso del tope 54. La posición de parada del resalte 58 contra el tope 27 del bastidor 2 en el primer sentido A1 de descenso de la corredera 5 corresponde por ejemplo a la longitud en vacío del o de los resorte(s) 91 (es decir, resorte ni comprimido ni tensado, tal como se representa a título de ejemplo en las figuras 1 a 12).

40 Por el contrario, cuando el cabezal 1 está bajado contra las piezas que se deben soldar y la herramienta O presiona sobre estas piezas que se deben soldar, la corredera 5 se eleva según el segundo sentido A2 del eje A en el bastidor 2 para comprimir el o los elemento(s) elástico(s) 9, a saber por ejemplo el o los resorte(s) 91 o una o unas arandelas elásticas (denominadas belleville) o cualquier elemento mecánico elástico y alejar el resalte 58 del tope 27, siendo la corredera 5 guiada en el bastidor 2 tal como se ha descrito anteriormente, para llegar por ejemplo a una posición alta representada en la figura 13. La corredera 5 puede comprender otro tope 59, por ejemplo previsto en el extremo superior de la pared 55, que está detenida contra otro tope 60 del bastidor 2 en la posición alta de la corredera 5 en el bastidor 2. Por consiguiente, según la fuerza aplicada sobre la corredera 5, la corredera 5 puede deslizar entre una y la otra de la primera posición baja de las figuras 1 a 12 y de la segunda posición alta de la figura 13. La elevación de la corredera 5 a partir de su posición baja de las figuras 1 a 12 comprime el o los resorte(s) 91 o una o unas arandelas elásticas (denominadas belleville) o cualquier elemento mecánico elástico. Por consiguiente, la pared 55 de la corredera 5 es móvil entre uno y otro del tope inferior 27 del bastidor 2 y del tope superior 60 del bastidor 2 correspondiente respectivamente a la posición baja y a la posición alta. La traslación de la corredera 5 en el sentido A2 o A1 se acompaña de una traslación de la misma longitud del conjunto herramienta O, portaherramientas 4, árbol 3, órgano 8, pieza 6 de acoplamiento y por lo tanto de la traslación de la pieza 6 a lo largo de la pieza 7 de accionamiento de esta misma longitud.

50 Según un modo de realización, el árbol 3 comprende por lo menos un primer conducto 33 que presenta por lo menos un primer extremo 34 de salida hacia el exterior y por lo menos un segundo extremo que se encuentra en comunicación con un segundo conducto 35 realizado en la corredera 5. El segundo conducto 35 es apto para ser puesto en comunicación con una primera canalización de suministro de un primer fluido de enfriamiento. Por ejemplo, el segundo conducto 35 comprende una parte exterior 351 sobresaliente, que atraviesa un orificio oblongo 29 del bastidor 2, por ejemplo en su pared 21, siendo esta parte 351 apta para ser puesta en comunicación con la primera canalización. Este primer fluido de enfriamiento puede ser por ejemplo aire, por ejemplo aire comprimido procedente de una fuente de aire comprimido, unida a la primera canalización.

65 Según un modo de realización, la corredera 5 comprende un tercer conducto 36 que comprende por lo menos

una tercera parte 361 extrema de entrada de fluido, apta para ser puesta en comunicación con por lo menos una segunda canalización de suministro de un segundo fluido de enfriamiento, y por lo menos un cuarto extremo 362 de salida de fluido, apto para ser puesto en comunicación con por lo menos una tercera canalización de evacuación del segundo fluido de enfriamiento. Este segundo fluido de enfriamiento puede ser por ejemplo agua. Las segunda y tercera canalizaciones pueden estar unidas a un circuito de enfriamiento que comprende una fuente de segundo fluido de enfriamiento para enviar y recibir este segundo fluido en las partes 361 y 362. El conducto 36 puede estar previsto por ejemplo en la corredera 5 alrededor del eje A, estando por ejemplo en las paredes principales 56 alrededor del árbol 3 y/o alrededor del órgano 8 y/o alrededor de la pieza 6. En la figura 10, el conducto 36 puede comprender uno o varios tramo(s) rectilíneo(s). La parte 361 extrema sobresale por ejemplo hacia el exterior de la pared principal 56 de la corredera 5 y pasa por un orificio oblongo 29b realizado en el bastidor 2, por ejemplo en su pared 21. La parte 362 extrema sobresale por ejemplo hacia el exterior de la pared principal 56 de la corredera 5 y pasa por un orificio oblongo 29c realizado en el bastidor 2, por ejemplo en su pared 21.

Según un modo de realización, el cabezal 1 comprende por lo menos un sensor de temperatura, que comprende por ejemplo un cable de termopar, guiado por ejemplo a nivel del rodamiento 10. Este sensor de temperatura permite vigilar la temperatura de calentamiento del árbol 3 cuando tiene lugar la soldadura. Según un modo de realización, el cable del sensor de temperatura desciende en el espacio entre la corredera 5 y el bastidor 2, pasa por una perforación de la corredera 5 y se fija por un extremo contra el exterior del rodamiento 10 atravesando la corredera. El otro extremo del cable del sensor de temperatura pasa por el conducto de acastillaje 15 para ser conectado en el exterior del cabezal 1.

Según un modo de realización, el cabezal 1 comprende por lo menos un sensor 11 de medición, que permite determinar la fuerza ejercida sobre la corredera 5. El sensor 11 de medición puede comprender un sensor 110 de medición de la longitud del resorte 91 o de uno de los resortes 91 entre sus extremos 92 y 93, lo cual permite calcular, a partir de esta longitud medida, la fuerza ejercida sobre este resorte 91, conociendo el valor de la constante de rigidez del resorte 91.

El sensor 110 de medición puede, en el modo de realización representado en las figuras, comprender un sensor de medición 110' que mide su distancia con respecto a una diana 112 fijada a la corredera 5, estando el sensor 110' fijado al bastidor 2. Este sensor de medición 110' puede ser por ejemplo un sensor láser de medición, pero puede ser otro. Por ejemplo, el sensor 110' está fijado sobre la superficie exterior del bastidor 2, por ejemplo sobre su pared 23, mientras que la diana 112 puede estar formada por una parte sobresaliente, fijada a la corredera 5, por ejemplo en su pared 55, atravesando esta pieza sobresaliente 112 un orificio oblongo 113 realizado en el bastidor 2.

Según un modo de realización, el cabezal 1 comprende por lo menos un órgano 12 de enclavamiento y de desenclavamiento de la corredera 5 con respecto al bastidor 2 en traslación según el eje A. Cuando se utiliza el cabezal 1 con una herramienta O de soldadura por fricción agitación, el órgano de enclavamiento y de desenclavamiento 12 es mantenido en una primera posición de desenclavamiento, que deja la corredera 5 libre de trasladarse según el eje A con respecto al bastidor 2 en los sentidos A1 y A2, tal como está representado en las figuras 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12 y 13. Este enclavamiento y desenclavamiento pueden resultar útiles para realizar unas operaciones sencillas de mecanizado sin desmontar el cabezal. En efecto, es posible montar unas herramientas de mecanizado sobre la pieza (4), y bloqueando la traslación de la corredera 5, efectuar unas operaciones de mecanizado con el cabezal montado.

Evidentemente, el órgano 12 de enclavamiento y de desenclavamiento de la corredera 5 con respecto al bastidor 2 en traslación según el eje A puede estar ausente.

Se describe a continuación un modo de realización del órgano 12 de enclavamiento y de desenclavamiento, cuando está presente. El órgano 12 es apto para ser accionado para pasar a una segunda posición de enclavamiento, que bloquea la corredera 5 con respecto al bastidor 2, tal como está representado en las figuras 2, 6 y 11. Con este fin, el órgano 12 de enclavamiento puede ser llevado por el bastidor 2 sobre su superficie exterior, por ejemplo sobre cada una de las paredes 22 y 24, y puede comprender un botón 121, montado de manera rotativa en una base 125 fijada al bastidor 2. El botón 121 es solidario con una espiga 124 extrema, que, en la segunda posición de enclavamiento, entra en una abertura 122 del bastidor 2 para topar contra un resalte 123 solidario con la corredera 5 con el fin de evitar que ésta se eleve en el sentido A2 a partir de la posición baja. La corredera 5 y por lo tanto el cabezal 1 están así bloqueados en la posición baja en la segunda posición de enclavamiento. Esta segunda posición de enclavamiento permite utilizar una herramienta diferente a una herramienta O de soldadura por fricción agitación sobre el árbol 3 y que no necesita ninguna traslación axial con respecto al husillo B, sin tener que desmontar el conjunto del cabezal 1 para cambiar de herramienta. El órgano 12 es apto para ser accionado para pasar de la segunda posición de desenclavamiento a la primera posición de enclavamiento.

En la primera posición de desenclavamiento, la espiga 124 ha salido de la abertura 122 y ya no está axialmente frente al resalte 123, lo cual permite que el resalte 123 se desplace axialmente en la abertura 122. Se puede

hacer que la espiga 124 pase entre una y otra de la primera posición de enclavamiento y de la segunda posición de enclavamiento haciendo que el botón 121 gire en su base 125.

5 Las paredes 21, 22, 23, 24 están fijadas a una parte alta 14 del bastidor 2, que es la que debe ser fijada al chasis C de la máquina M, por ejemplo con la ayuda de un bulonado 13, que puede comprender unas manijas accionables manualmente para apretar y aflojar esta parte 14 contra el chasis C. Esta parte alta es una pieza rígida que permite la transmisión de las fuerzas sobre el chasis C. La parte superior 14 puede comprender un dispositivo 141 de centrado sobre el exterior del morro de husillo 14.

10 Esta parte alta 14 comprende un conducto de acastillaje 15 que permite el paso de cables de instrumentación, por ejemplo para el o los sensor(es), por ejemplo en una o varias fundas. Las fuerzas axiales son trasladadas por lo tanto por el o los elementos elásticos 9 sobre el bastidor 2 y sobre su parte alta 14 para ser transmitidas al chasis C sin pasar por el husillo B.

15 La invención se refiere asimismo a un procedimiento de soldadura por fricción agitación de piezas P1, P2, en el que se utiliza el cabezal 1 descrito anteriormente.

20 El control de fuerza puede intervenir para mantener la fuerza F de forja en un intervalo tolerable para la buena calidad de la soldadura. Esta condición es indispensable para obtener una buena soldadura. En la mayoría de los casos, las piezas P1 a P2 que se deben soldar presentan unos defectos geométricos (incluso muy pequeños), que para una trayectoria D dada, provocan unas fluctuaciones de la penetración de la herramienta, por lo tanto unos defectos en la soldadura SFSW.

25 La invención permite que la herramienta de soldadura siga los defectos geométricos de las piezas y se adapte a éstos y compense así en tiempo real las diferencias de altitudes en particular entre la pieza de referencia (a través de la cual se programan las trayectorias D) y la pieza real P1, P2. En presencia de estos defectos geométricos, el resorte o elemento elástico 9 se mueve ligeramente, mientras que la máquina herramienta y el bastidor 2 conservan su trayectoria teórica. El sistema mecánico según la invención resuelve el problema mencionado anteriormente sin tener que realizar una orden de posición según el eje A en los autómatas de los centros de mecanizado (máquina herramienta por ejemplo). Este sistema es autónomo, compensa mecánicamente los errores de trayectorias, gracias al elemento 9 elástico de compensación de las fuerzas axiales. La rigidez del elemento 9 elástico está dimensionada para compensar las fuerzas axiales y para garantizar la calidad de la soldadura.

35 En un modo de realización, la corredera (5) es libre en traslación con respecto al bastidor (2) y a la pieza de accionamiento (7). Esta traslación permite una adaptación (o "*compliance*" en inglés) del sistema, regulada por un elemento elástico (9) de transferencia de las fuerzas axiales interpuesto entre la corredera (5) y el bastidor (2). Este bastidor (2) está destinado a ser fijado en las máquinas herramienta y por lo tanto a trasladar las fuerzas implicadas en la soldadura sobre el chasis C. Los elementos elásticos (9) permitirán que el sistema conserve una fuerza de forja dentro de un intervalo tolerable, a pesar de los defectos geométricos de las piezas, y por lo tanto garantice la buena calidad de las soldaduras. El sistema puede estar equipado con circuitos de enfriamiento para paliar el calor generado por la soldadura FSW. El sistema puede estar instrumentado para tener una lectura en tiempo real de la fuerza de forja, y de la temperatura del sistema.

45 Se puede equipar con el cabezal 1 unas máquinas herramienta con control numérico robustas, pero también unas máquinas más pequeñas que únicamente soportan pequeñas fuerzas, dimensionando de una manera correspondiente la rigidez del elemento 9 elástico de compensación de las fuerzas axiales según el espesor y los materiales que se deben soldar.

50 Por ejemplo, el cabezal 1 permite realizar una soldadura FSW por máquina herramienta sobre unas piezas de aluminio de 0 a 10 mm de espesor, pero también unas piezas de materiales diferentes, por ejemplo aluminio/acero, cobre/cobre o aluminio/cobre.

55 Evidentemente, los modos de realización descritos anteriormente pueden ser combinados uno con el otro.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cabezal (1) de soldadura por fricción agitación, destinado a ser fijado sobre una máquina para realizar una soldadura por fricción agitación con la ayuda de una herramienta destinada a ser fijada a un portaherramientas (4), que forma parte del cabezal,
- 10 comprendiendo el cabezal un bastidor exterior (2), destinado a ser fijado a un chasis de la máquina, una pieza (7) de accionamiento, destinada a ser accionada por un husillo de accionamiento, que forma parte de la máquina y que está montado de manera rotativa alrededor de un eje con respecto al chasis, para accionar en rotación el portaherramientas (4) alrededor del eje mediante la puesta en rotación de la pieza (7) de accionamiento,
- 15 caracterizado por que el portaherramientas (4) está fijado a un árbol (3) montado de forma rotativa alrededor del eje en una corredera (5), que es guiada en traslación según el eje en el bastidor (2),
- 20 estando por lo menos una pieza (6) de acoplamiento guiada en traslación según el eje sobre la pieza (7) de accionamiento, teniendo la pieza (6) de acoplamiento y la pieza (7) de accionamiento respectivamente unos primeros y segundos órganos (61, 71) de acoplamiento en rotación uno con el otro alrededor del eje para accionar en rotación la pieza (6) de acoplamiento a partir de la pieza (7) de accionamiento,
- 25 estando la pieza (6) de acoplamiento y el árbol (3) acoplados en rotación alrededor del eje para accionar en rotación el árbol (3) a partir de la pieza (6) de acoplamiento,
- estando por lo menos un elemento elástico (9) de transferencia de las fuerzas axiales interpuesto entre la corredera (5) y el bastidor (2).
- 30 2. Cabezal según la reivindicación 1, caracterizado por que por lo menos un órgano (8) flexible de absorción de las vibraciones está interpuesto entre la pieza (6) de acoplamiento y el árbol (3), presentando la pieza (6) de acoplamiento y el árbol (3) respectivamente unos terceros y cuartos órganos (62, 32) de acoplamiento en rotación por medio del órgano flexible (8) de absorción alrededor del eje para accionar en rotación el árbol (3) a partir de la pieza (6) de acoplamiento.
- 35 3. Cabezal según la reivindicación 2, caracterizado por que los terceros y cuartos órganos (62, 32) de acoplamiento en rotación comprenden respectivamente unos terceros y cuartos dientes (62, 32) que engranan unos con los otros alrededor del eje por medio del órgano (8) de absorción.
- 40 4. Cabezal según la reivindicación 3, caracterizado por que el órgano (8) de absorción de las vibraciones comprende una base (81) sobre cuya periferia están fijadas unas patas (82), que delimitan entre ellas alrededor del eje (A) unos primeros y segundos intervalos (831, 832) en los que están insertados respectivamente los terceros dientes (62) y los cuartos dientes (32).
- 45 5. Cabezal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el elemento elástico (9) comprende por lo menos un resorte (91) de compresión.
- 50 6. Cabezal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el elemento elástico (9) comprende por lo menos una arandela elástica.
7. Cabezal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los primeros y segundos órganos (61, 71) de acoplamiento comprenden respectivamente unas primeras y segundas acanaladuras que se extienden según el eje, para guiar según el eje la pieza (6) de acoplamiento con respecto a la pieza (7) de accionamiento, y que engranan una con la otra alrededor del eje para accionar en rotación la pieza (6) de acoplamiento a partir de la pieza (7) de accionamiento.
- 55 8. Cabezal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la corredera (5) es solidaria con por lo menos un primer raíl (51) de guiado axial, el bastidor (2) es solidario con por lo menos un segundo raíl (52) de guiado axial, estando por lo menos un rodillo (53) de rodamiento montado entre el primer raíl (51) y el segundo raíl (52) para permitir la traslación del primer raíl (51) con respecto al segundo raíl (52) según el eje.
- 60 9. Cabezal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el árbol (3) comprende por lo menos un primer conducto (33) que presenta por lo menos un primer extremo (34) de salida hacia el exterior y por lo menos un segundo extremo que se encuentra en comunicación con un segundo conducto (35) realizado en la corredera (5), siendo el segundo conducto (35) apto para ser puesto en comunicación con una primera canalización de suministro de un primer fluido de enfriamiento.
- 65 10. Cabezal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la corredera (5)

comprende un tercer conducto (36) que comprende por lo menos una tercera parte extrema (361) de entrada de fluido, apta para ser puesta en comunicación con por lo menos una segunda canalización de suministro de un segundo fluido de enfriamiento, y por lo menos un cuarto extremo (362) de salida de fluido apto para ser puesto en comunicación con por lo menos una tercera canalización de evacuación del segundo fluido de enfriamiento.

5

11. Cabezal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende por lo menos un sensor (11) de medición, que permite determinar la fuerza ejercida sobre la corredera (5).

10

12. Cabezal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende por lo menos un órgano (12) de enclavamiento y de desenclavamiento de la corredera (5) con respecto al bastidor (2) en traslación según el eje.

15

13. Cabezal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende por lo menos un sensor de temperatura que permite vigilar la temperatura de calentamiento del cabezal.

14. Cabezal según la reivindicación 1, caracterizado por que la pieza (6) de acoplamiento y el árbol (3) son solidarios una con el otro y/o son solidarios en rotación una con el otro y/o están realizados de una sola pieza y/o están fijados una al otro.

20

15. Cabezal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el portaherramientas (4) y el árbol (3) están realizados de una sola pieza.

FIG. 1

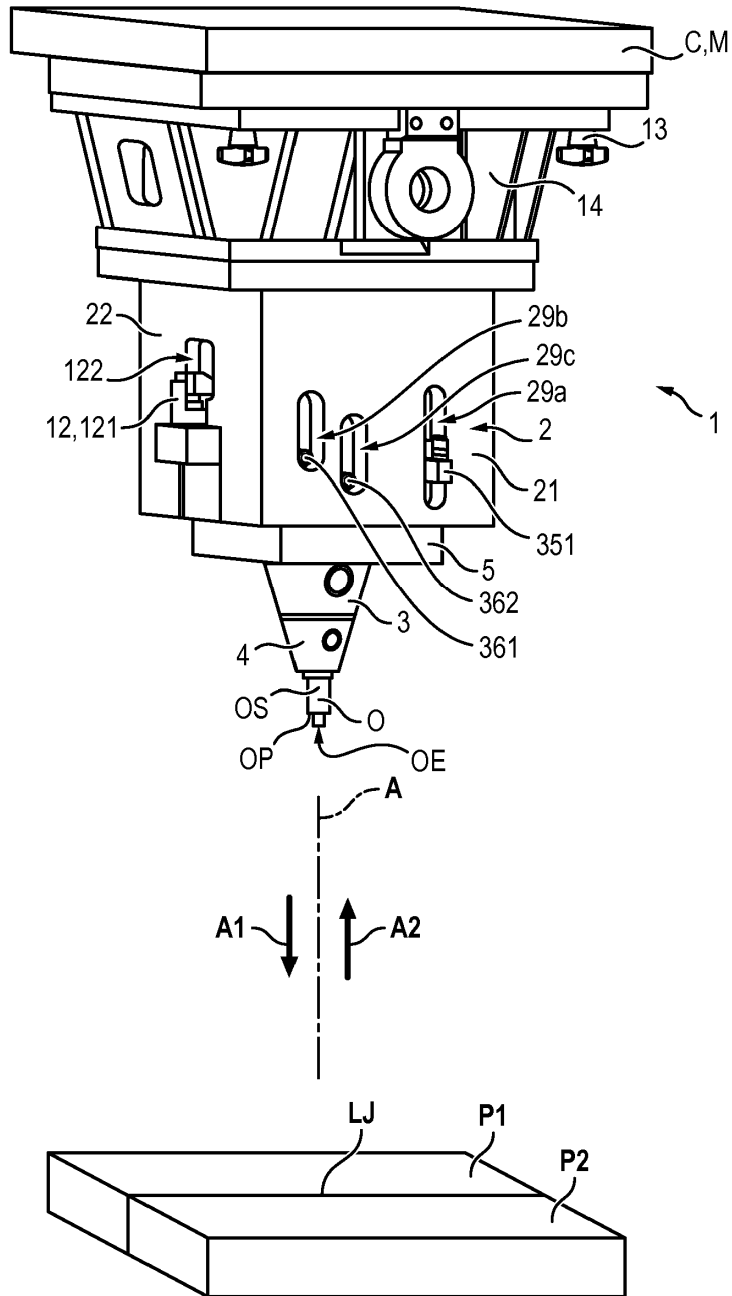


FIG. 2

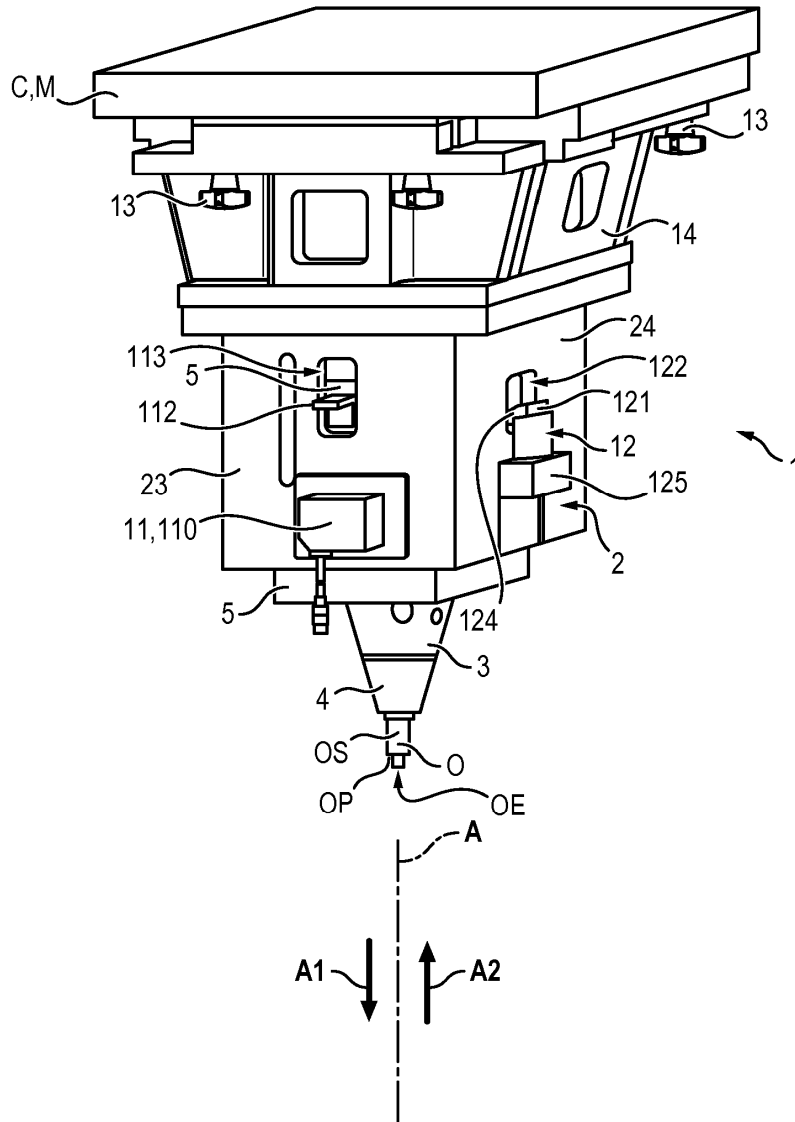


FIG. 3

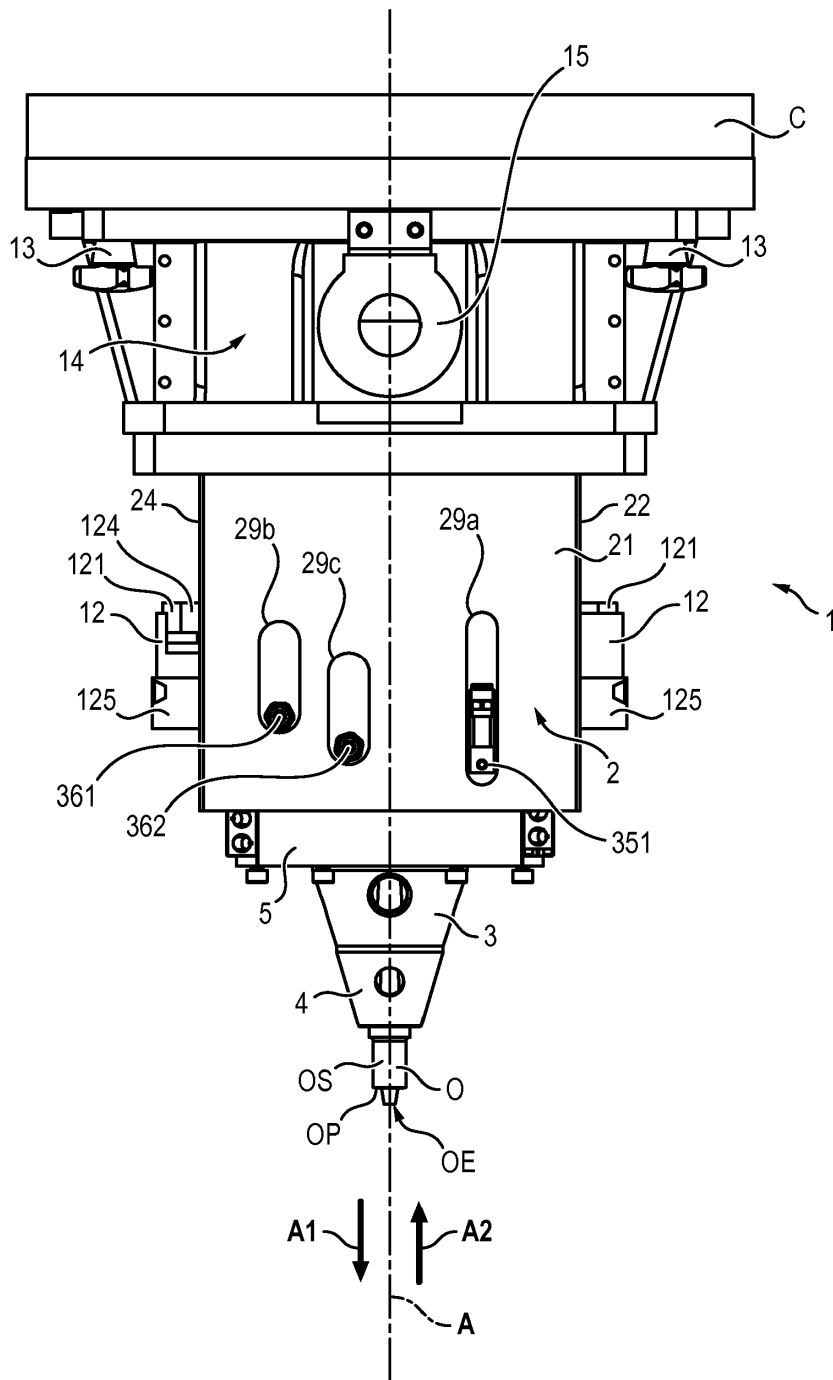


FIG. 4

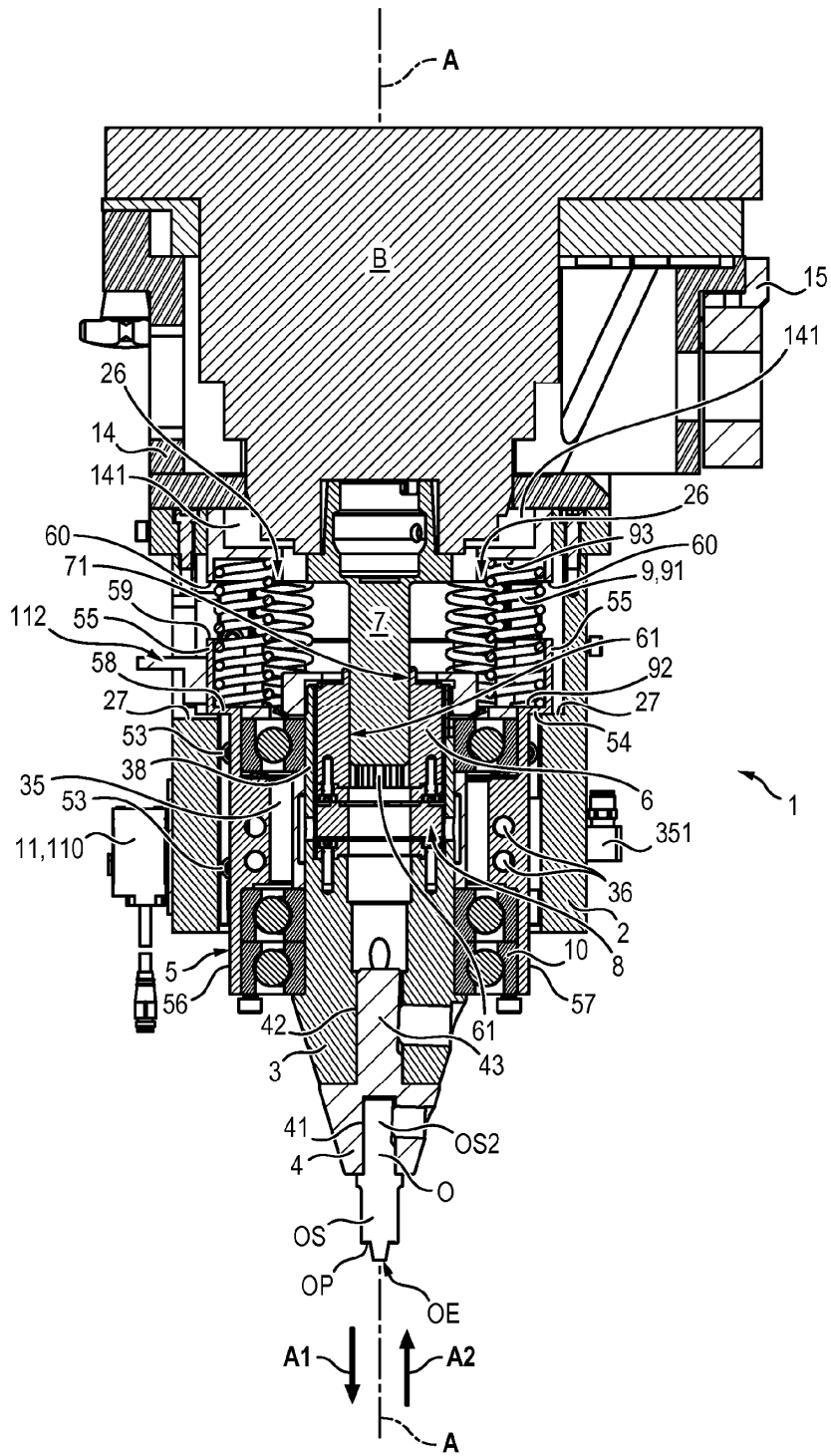


FIG. 5

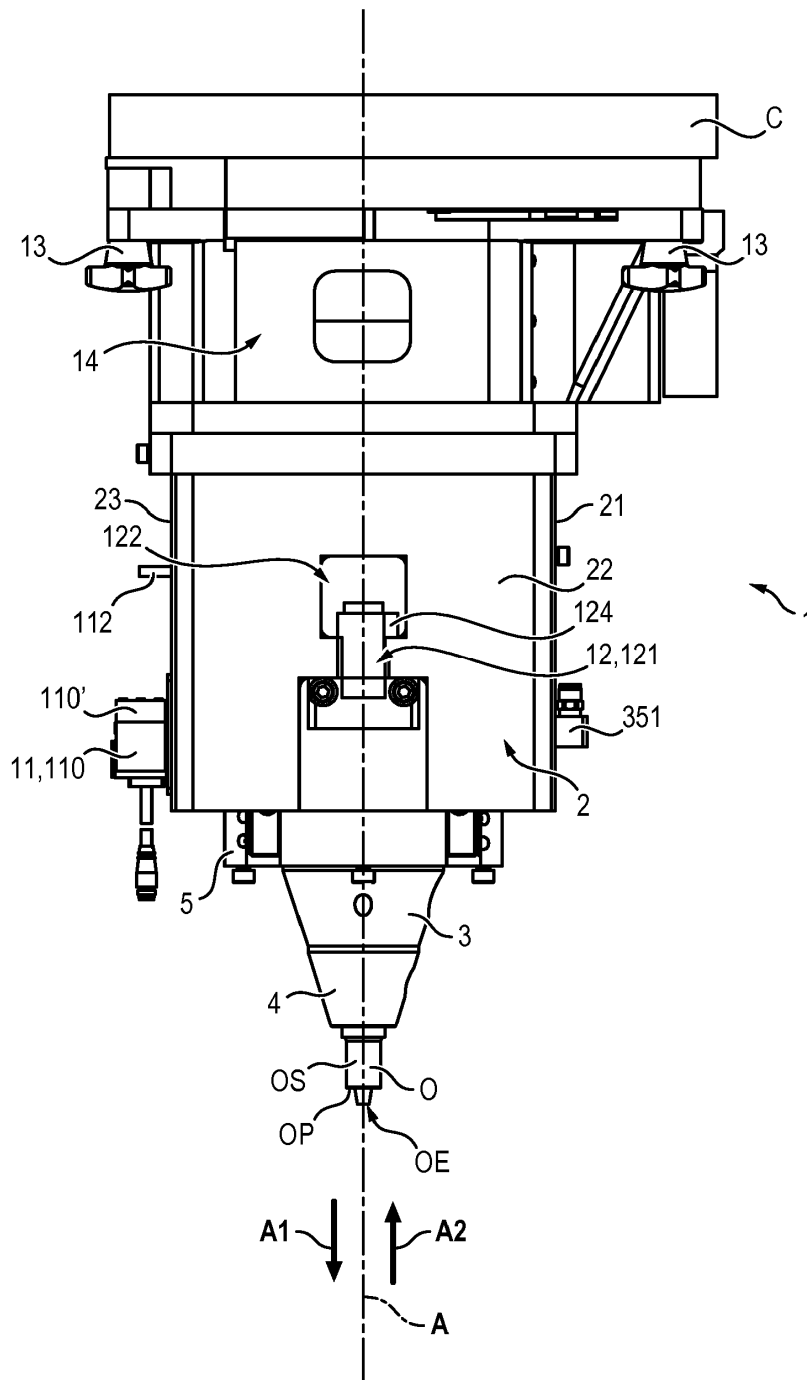


FIG. 6

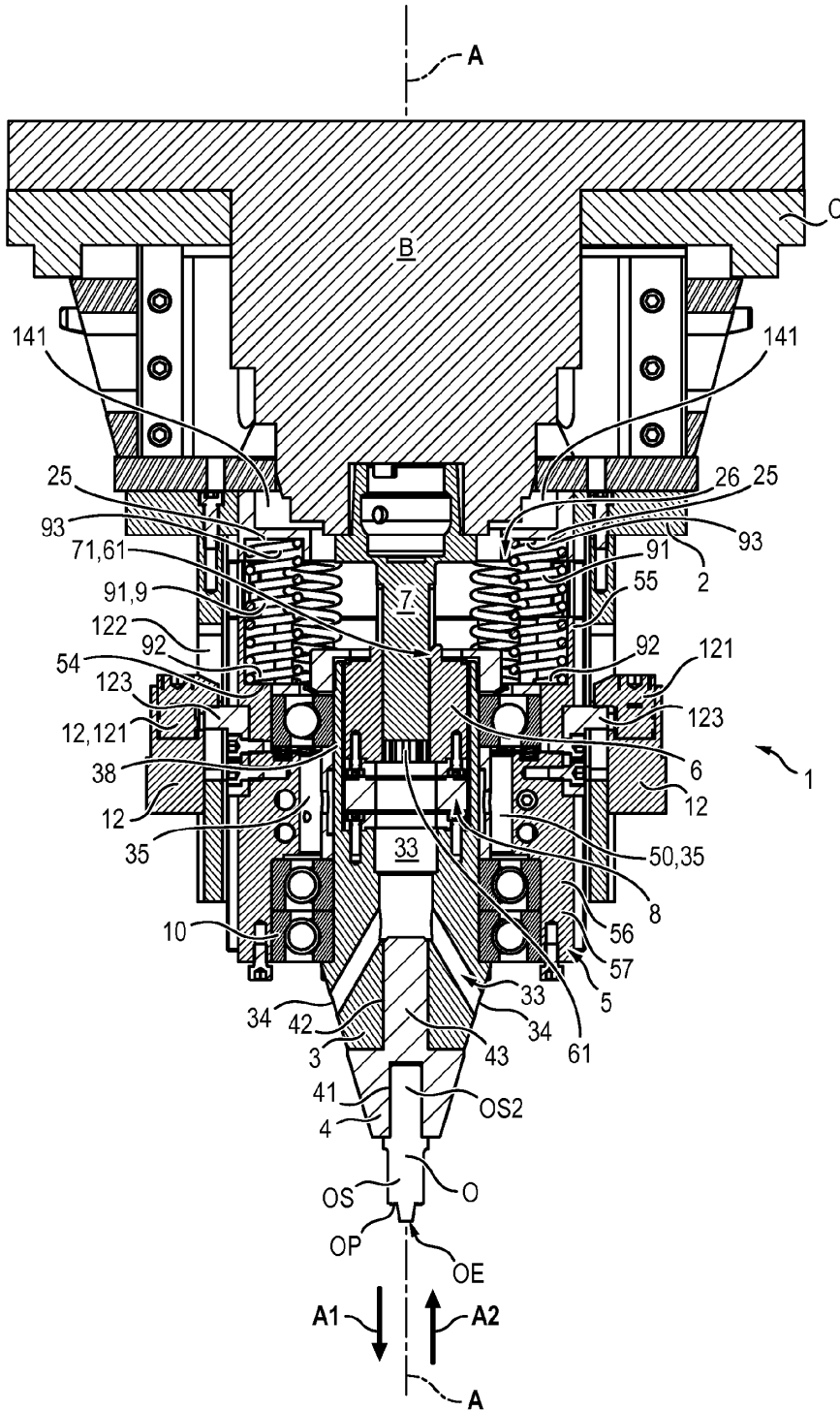


FIG. 7

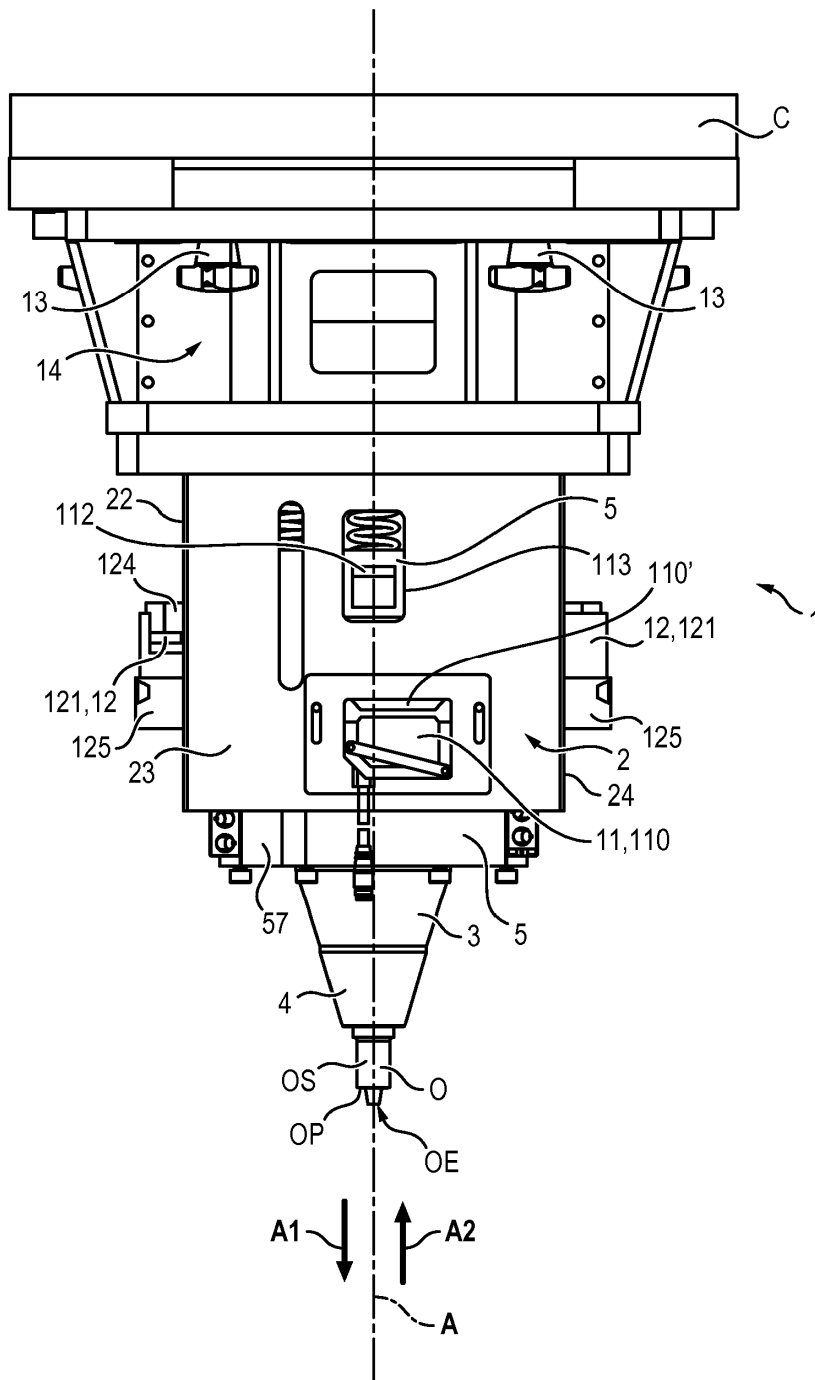


FIG. 8

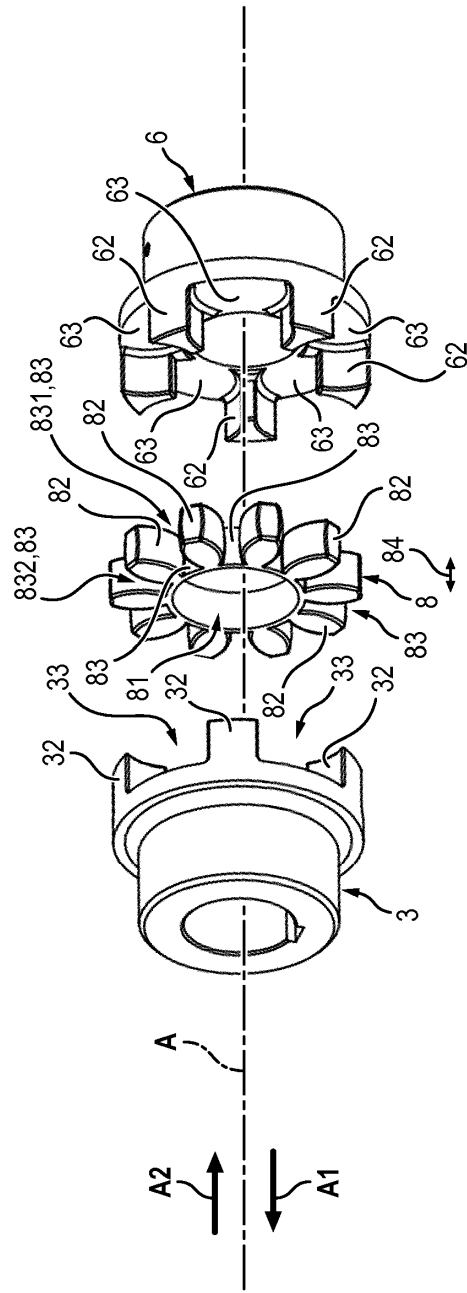


FIG. 9

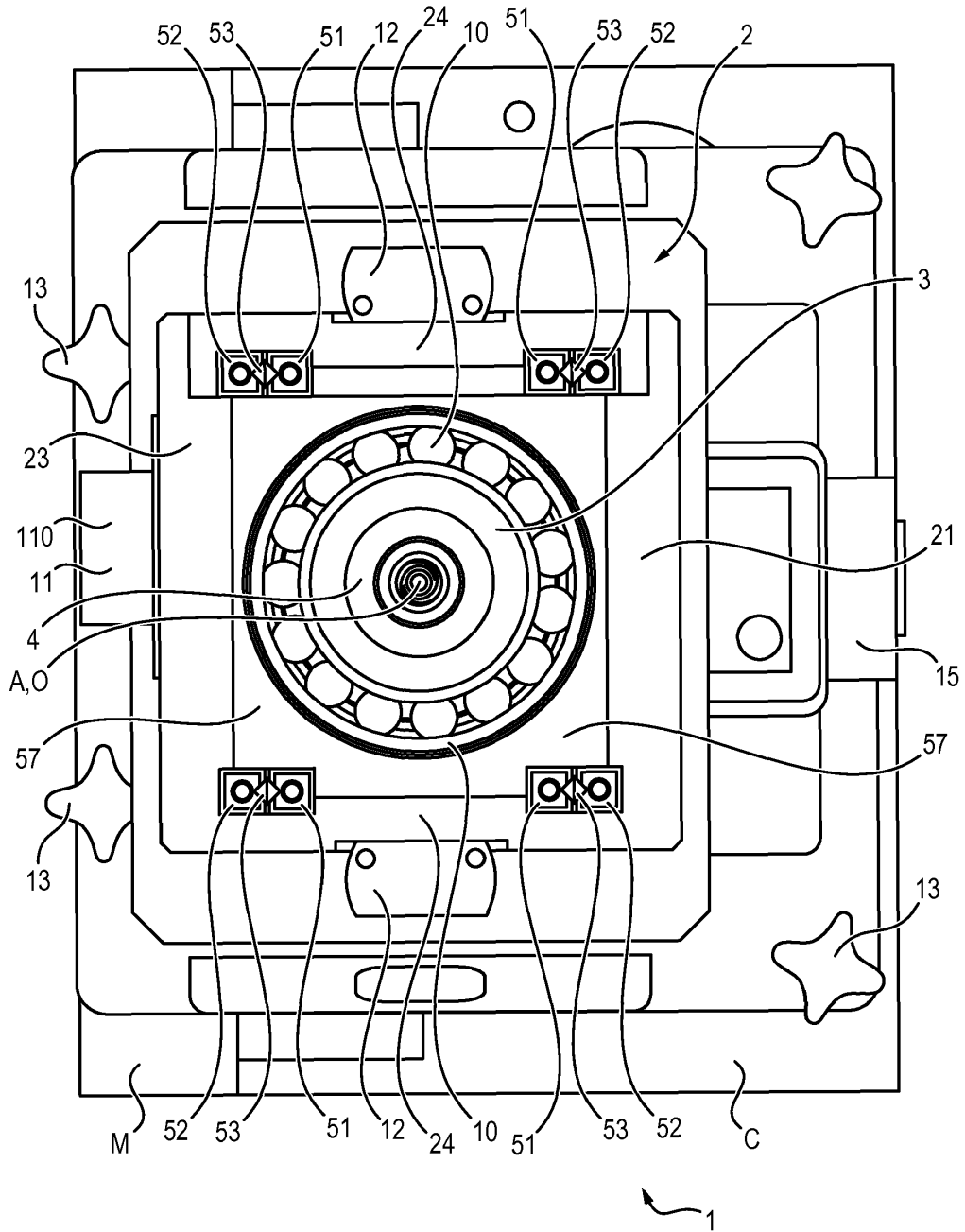


FIG. 10

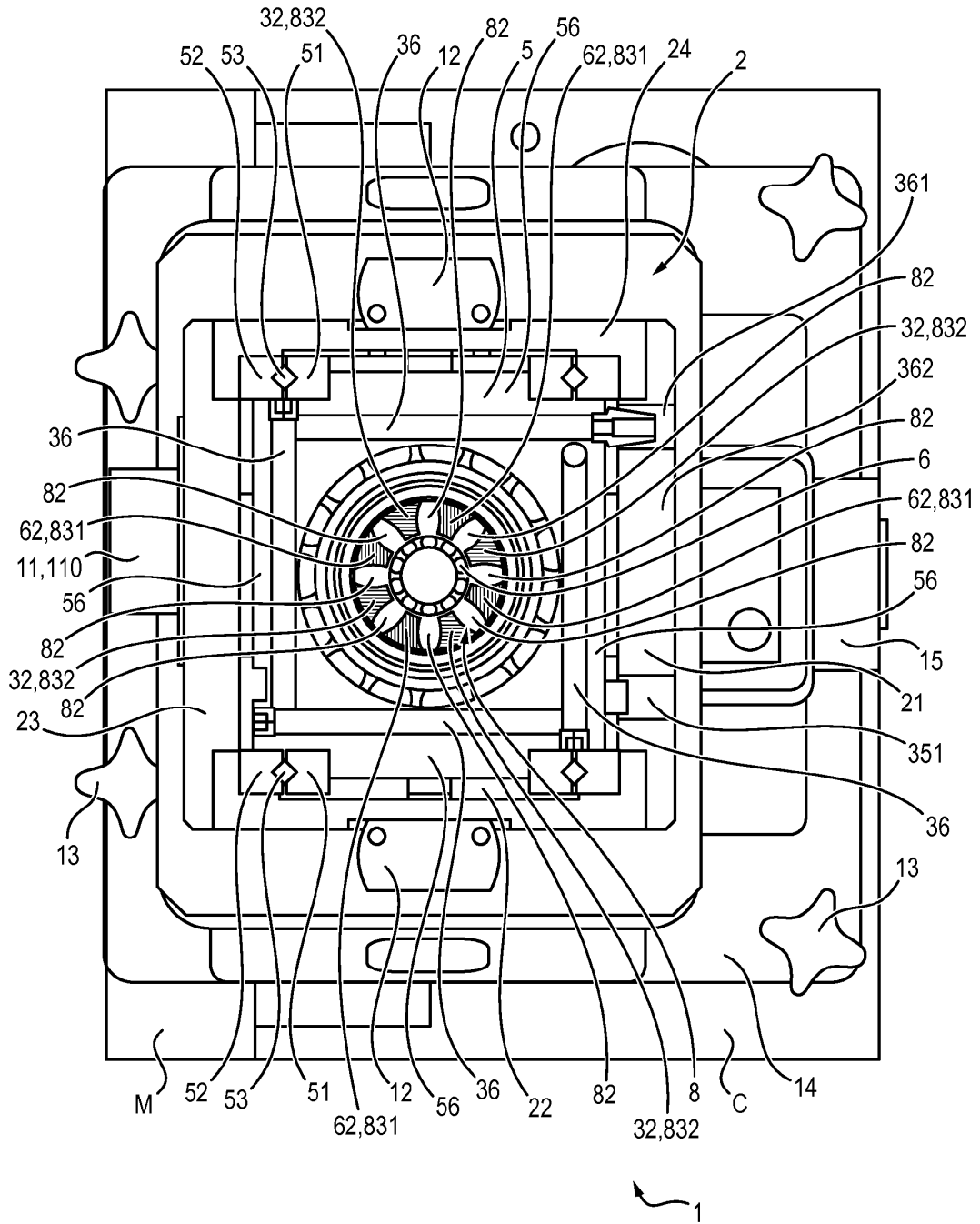


FIG. 11

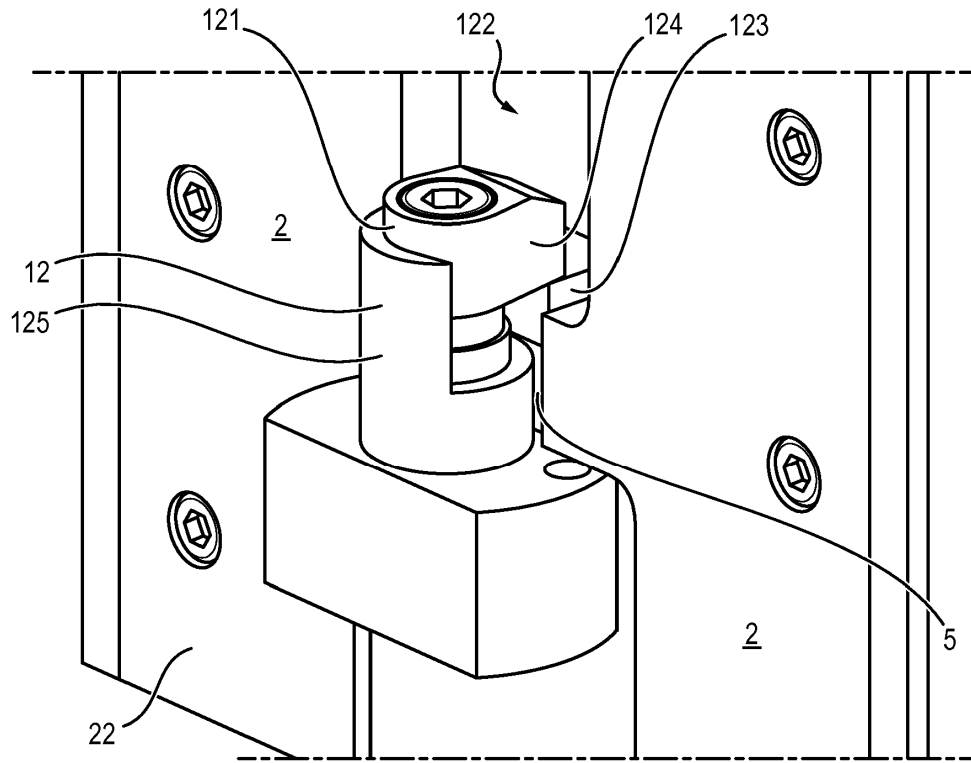


FIG. 12

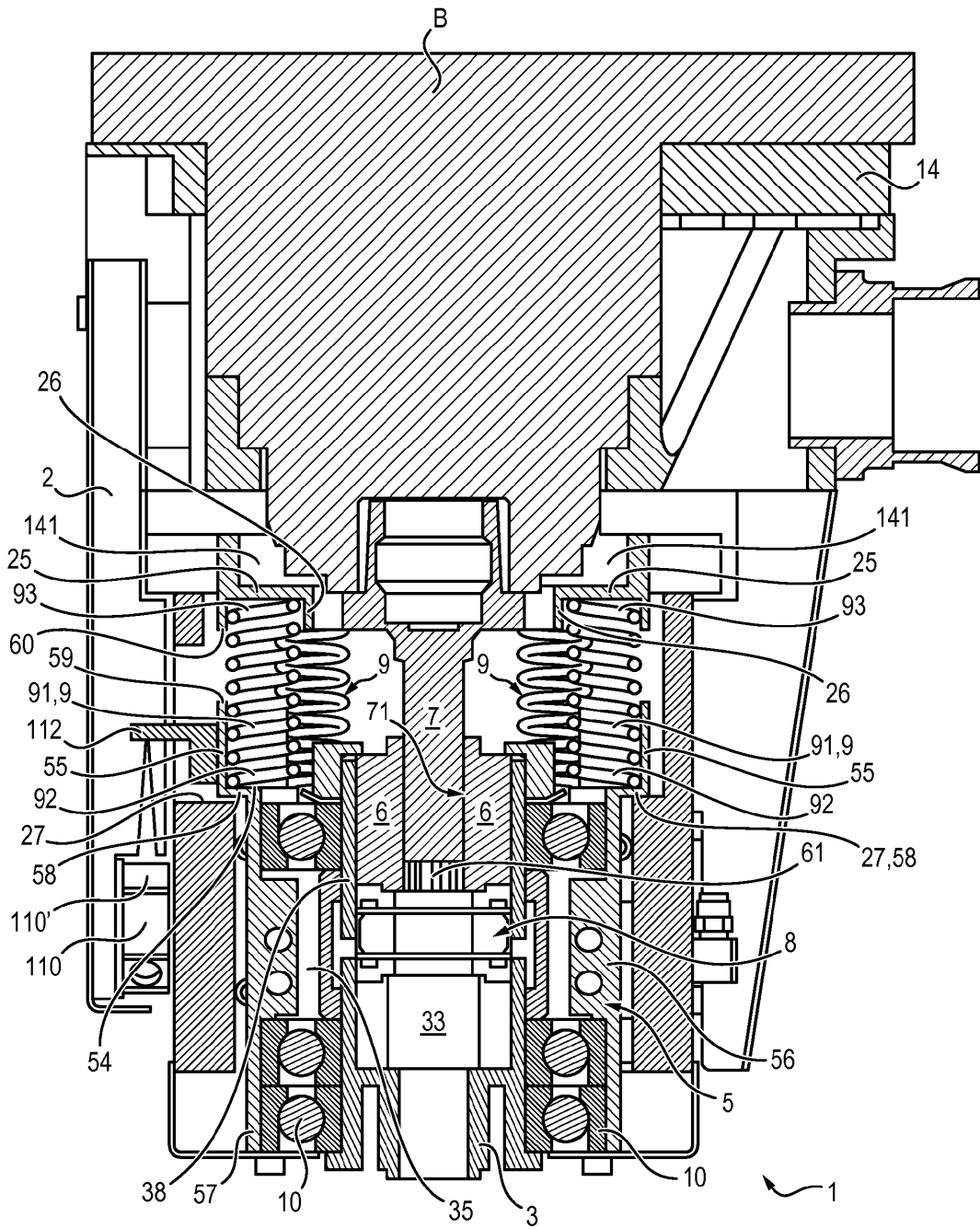
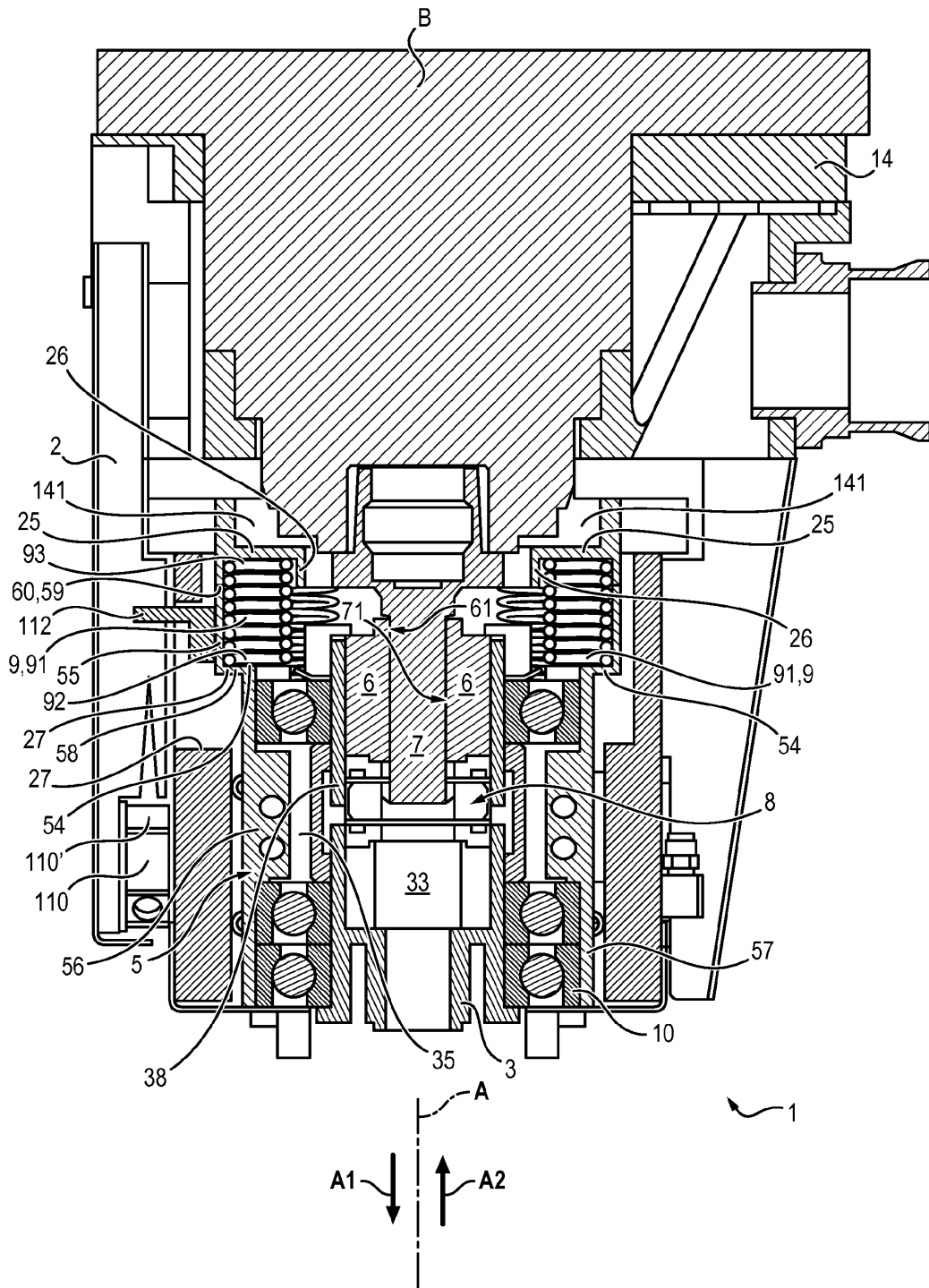


FIG. 13



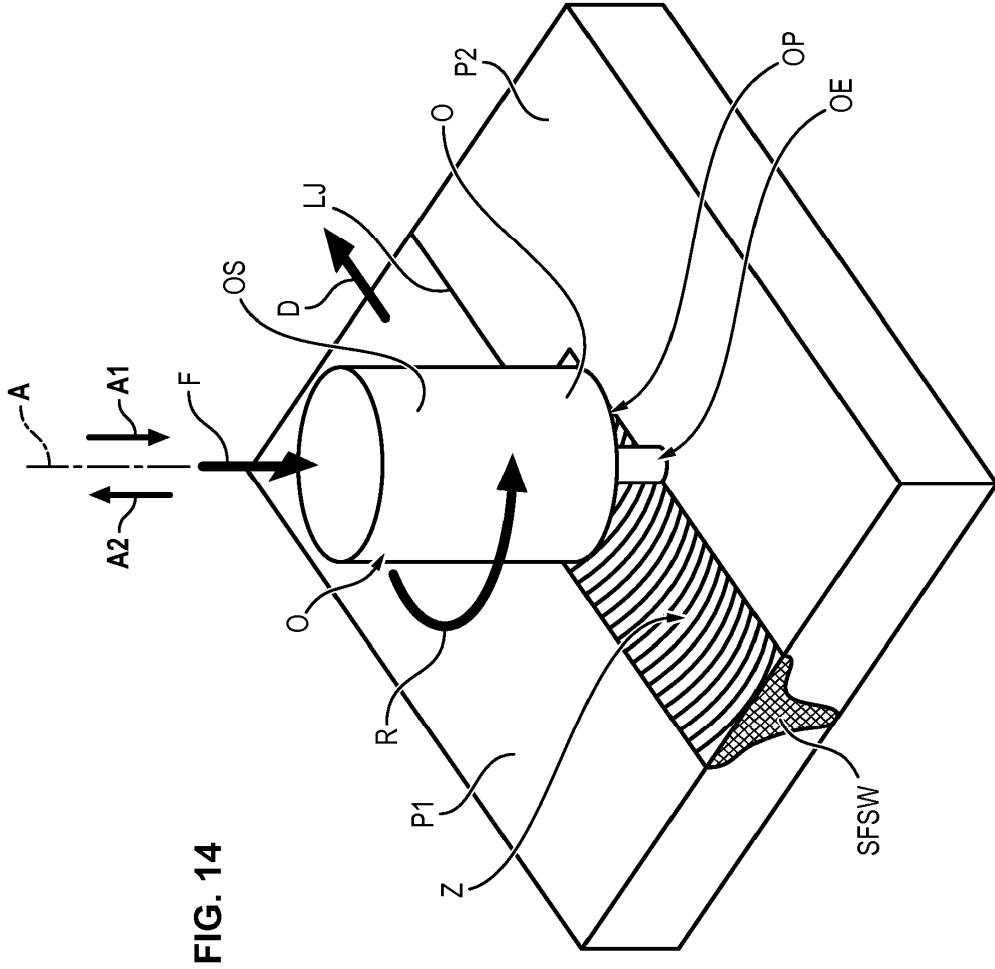


FIG. 14

FIG. 15

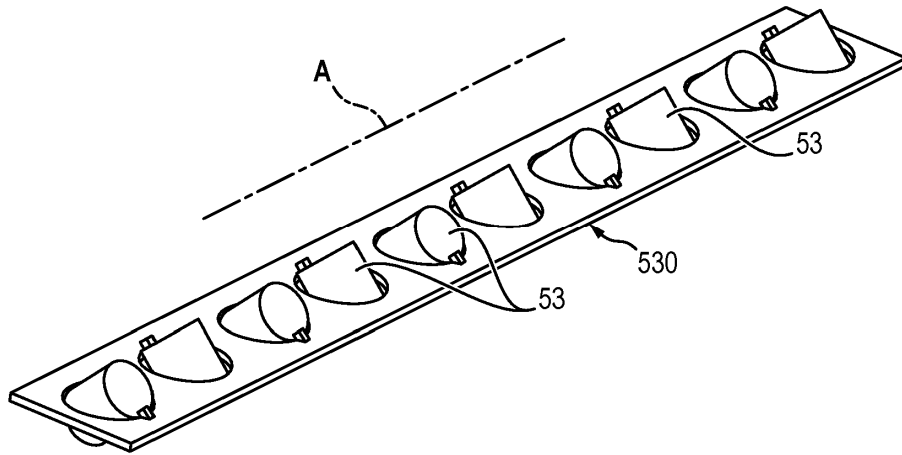


FIG. 16

