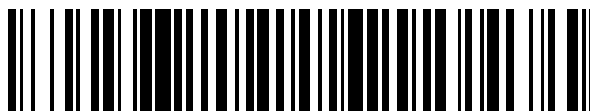


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 266**

51 Int. Cl.:

B25J 9/00 (2006.01)

B25J 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2015** E 15001503 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017** EP 2946864

54 Título: **Cabezal con alambre de corte, combinado con un brazo robótico, para trabajar materiales de piedra**

30 Prioridad:

20.05.2014 IT MI20140912

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

08.08.2017

73 Titular/es:

**T&D ROBOTICS SRL (100.0%)
Viale D. Zaccagna, 47
54033 Carrara (MS), IT**

72 Inventor/es:

**TERZAGO, LUCA y
TOGNONI, ANDREA**

74 Agente/Representante:

RUO , Alessandro

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 629 266 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 con alambre de corte, combinado con un brazo robótico, para trabajar materiales de piedra.

5 **[0001]** Esta invención se refiere a un cabezal con alambre de corte, combinado con un brazo robótico, para trabajar materiales de piedra.

10 **[0002]** Más particularmente, esta invención se refiere a un cabezal dotado de un alambre de conformación revestido de diamante, móvil a lo largo de varios ejes que se conectan a un brazo robótico, adecuado para realizar mecanizado sobre bloques de mármol, granito, travertino, cemento u hormigón y materiales de piedra en general, permitiendo el mecanizado obtener artículos manufacturados conformados, artísticos y arquitectónicos.

15 **[0003]** Como se sabe, se trabajan bloques de mármol y granito para obtener artículos manufacturados de diversos tipos, destinados a los usos más diversos. Además de las piezas en forma de losas utilizadas, por ejemplo, para realizar escaleras, suelos, revestimientos de paredes y mesas, utilizando máquinas especiales, también se pueden obtener formas tridimensionales complejas que dan lugar a piezas desbastadas o semiacabadas para productos artísticos y componentes arquitectónicos.

20 **[0004]** El serrado de bloques previamente cuadrados de material puede permitir la obtención simultánea de varias piezas en forma de losa mediante el uso de máquinas con múltiples alambres de corte; para este trabajo, los bloques de material permanecen estacionarios, mientras que un carro que lleva los órganos de corte/mechanizado es guiado para realizar ciertos movimientos con un movimiento recíproco.

25 **[0005]** Cuando, en cambio, tiene que ver con la obtención de formas tridimensionales complejas a partir de los bloques, tales como las destinadas a la realización de los artículos manufacturados artísticos o arquitectónicos mencionados anteriormente, las máquinas utilizadas son típicamente las denominadas sierras de pórtico con alambre de conformación, que incluyen un banco o un carro móvil sobre el que se dispone y se mueve el bloque de material a trabajar. Se obtiene una forma tridimensional compleja a partir del bloque, que luego se transfiere y se mueve en otras máquinas para el acabado necesario.

30 **[0006]** Este tipo de mecanizado tiene muchos inconvenientes significativos. De hecho, al principio, se trata de desplazar sistemáticamente bloques pesados de materia prima sobre la máquina que realiza el desbaste y, a continuación, transferir las piezas semielaboradas, igualmente pesadas, a diferentes máquinas para el acabado progresivo de la pieza.

35 **[0007]** Con el desbaste, realizado típicamente con una rueda de troquel, partes sustanciales del material, que es a menudo valioso, se erosionan y, en consecuencia, se vuelven inutilizables; esto añade costes sustanciales a los ya significativos para la realización de las operaciones anteriores. Además, el movimiento de los bloques y de las piezas semiacabadas de una máquina a otra implica un esfuerzo considerable, tanto en términos de tiempo como para mantener las referencias de mecanizado necesarias y precisas; y, debido a la necesidad de realizar estos movimientos, también aumenta el riesgo de dañar las piezas. Por último, no se debe pasar por alto el hecho de que los movimientos repetidos son también peligrosos para los trabajadores, que a menudo se encuentran moviendo masas de fácilmente varias toneladas en espacios estrechos.

45 **[0008]** Se conoce una solución de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 a partir del documento JP H08 309734 en el que un aparato corta material con secuencias automáticas, pero sólo con movimientos sobre ejes lineales.

50 **[0009]** Mientras que el documento JP H10 34412 se refiere a un aparato, así como a un método, para cortar partes salientes de una tubería de derivación de un conducto. La patente japonesa adicional JP H05 248102 proporciona la posibilidad de trabajar con un borde de alambre de corte que está expuesto sólo cerca de la pieza a cortar y, en cualquier caso, define sólo un movimiento de corte lineal. Además, el documento JP H05 248102 se refiere a un sistema de corte de alambre, transportado por un brazo que puede elevarse para hacer cortes en la parte elevada de estructuras de cemento, mientras que el documento US 2010/186564 se refiere a un dispositivo adecuado para cortar, con un alambre revestido de diamante, secciones de tubería que se sujetan por una mordaza de sujeción.

55 **[0010]** El propósito de esta invención es superar los inconvenientes enumerados anteriormente.

60 **[0011]** Más particularmente, el propósito de esta invención es proporcionar un cabezal con un alambre de corte combinado con un brazo robótico para trabajar materiales de piedra que permita realizar, partiendo de bloques de mármol, granito, travertino, cemento, hormigón y materiales de piedra en general, piezas semiacabadas, tridimensionales o artículos manufacturados, incluso de forma compleja, sin necesidad de mover o manipular los propios bloques, con ventajas significativas en términos de tiempo, economía de mecanizado y seguridad del

trabajador.

[0012] Un objeto adicional de la invención es proporcionar un cabezal con alambre de corte, como se ha definido anteriormente, adecuado para realizar operaciones calibradas de embaste sobre bloques de material que permitan recuperar y reutilizar las partes del mismo material que se desprenden.

[0013] Un propósito adicional y consecuente de la invención es proporcionar un cabezal con un alambre de corte capaz de reducir sustancialmente el tiempo y el coste del embaste constituyendo el material los bloques en comparación con las operaciones tradicionales realizadas con ruedas de troquelado y similares.

[0014] Otro propósito de la invención es proporcionar un cabezal con alambre cortante que no requiera la predisposición de referencias sobre la pieza semiacabada, ya que no es necesario reposicionarla sobre otras máquinas o equipos de mecanizado.

[0015] Un propósito adicional de la invención es poner a disposición de los usuarios un cabezal con alambre de corte, combinado con un brazo robótico para trabajar materiales de piedra, adecuado para proporcionar alta durabilidad y fiabilidad a lo largo del tiempo y también para construirse fácil y económicamente.

[0016] Estos y aún otros propósitos se consiguen mediante el cabezal con alambre cortante combinado con un brazo robótico para trabajar materiales de piedra de esta invención, de acuerdo con la reivindicación independiente 1.

[0017] Las características constructivas y funcionales del cabezal con alambre de corte combinado con un brazo robotizado para trabajar materiales de piedra de esta invención se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción detallada, en la que se hace referencia a los dibujos adjuntos que ilustran una realización preferida, y no limitante, y en los que:

La figura 1 representa esquemáticamente una vista en perspectiva del cabezal con alambre de corte de esta invención combinada con el brazo robotizado de un robot antropomórfico;

la figura 2 representa esquemáticamente una vista en perspectiva adicional, desde un ángulo diferente, del mismo cabezal con el alambre de corte y el brazo robotizado relacionado;

la figura 3 representa esquemáticamente una vista en perspectiva desde la parte frontal superior del cabezal con alambre de corte de esta invención;

la figura 4 representa esquemáticamente una vista en perspectiva desde la parte frontal inferior del cabezal con alambre de corte de esta invención;

la figura 5 representa esquemáticamente una vista por piezas del bastidor que forma el cabezal con alambre de corte de acuerdo con la invención;

la figura 6 representa esquemáticamente una vista en perspectiva del cabezal con alambre de corte y el robot antropomórfico separados entre sí;

la figura 7 representa esquemáticamente una vista en perspectiva del cabezal con alambre de corte y el robot antropomórfico situado, a modo de ejemplo, junto a un artículo manufacturado tridimensional complejo que puede conseguirse con dicho cabezal.

[0018] Con referencia inicial a las figuras 1, 2 y 5, el cabezal con alambre de corte de esta invención, indicado como un conjunto por el número de referencia 10, comprende un armazón de metal conformado 12, formado por dos elementos especulares en forma de placa 13, 13', sustancialmente en forma de U. Dichos elementos se superponen entre sí y se fijan con pernos 15 o cuerpos de retención equivalentes para formar el armazón mencionado anteriormente 12; entre los elementos 13 y 13', que están convenientemente separados, queda espacio para disponer una pluralidad de poleas, que se describirán más adelante, a lo largo de las cuales se extiende el alambre de corte, o el alambre de conformación, indicado con 30. En la figura 5 se muestran en particular los medios de configuración y fijación de los elementos en forma de placa 13 y 13'. El armazón 12 formado de este modo comprende ramificaciones laterales opuestas 14 y 16, separadas entre sí, así como una ramificación de conexión central integral 18; dicha ramificación 18 está dotada, en una posición central, de una brida 22 para la fijación y el cambio rápido con conexiones automáticas, conocidas *per se*, integradas a la cara expuesta superior del elemento en forma de placa 13 del armazón 12, para la conexión de éste último a la muñeca 20' de un brazo 20 de un manipulador con varios grados de libertad o robot antropomórfico mostrado esquemáticamente con 50; éste último, sustancialmente conocido y ventajosamente del tipo con seis grados de libertad, se soporta por una base 26 de forma y tamaño adecuados. La muñeca 20' del brazo 20 del manipulador 50 soporta un acoplamiento convencional 20', complementario a la brida de fijación 22; ésta última permite, en caso necesario, reemplazar rápidamente el cabezal 10 por otro de dimensiones o características diferentes del previamente instalado, o con una herramienta diferente tal como, por ejemplo, una muela abrasiva o un electrohusillo (no ilustrado). En el armazón 12, en el espacio existente entre los elementos en forma de placa 13 y 13', se instala una pluralidad de poleas 28, 28' a lo largo de las cuales dicho alambre de corte 30, preferiblemente revestido de diamante, fluye y regresa; en particular,

las poleas 28 se disponen en correspondencia con cada uno de los extremos libres de las ramificaciones 14, 16 de dicho almacén y las zonas extremas opuestas en las que las mismas ramificaciones están conectadas a la ramificación central 18. Una de las poleas, indicada con 28', se ajusta en rotación por un motor eléctrico 32 para mover continuamente el alambre de corte 30, preferiblemente siempre en la misma dirección. El motor 32 está ventajosamente fijado, como la brida 20, a la cara superior expuesta del elemento en forma de placa 13 del almacén 12.

[0019] Como puede verse en particular a partir de las figuras 3 y 4, en otra de las poleas 28 y en la misma cara superior de dicho elemento 13 (figuras 3 y 5) se monta una célula de carga 34, adecuada para medir la tensión del alambre de corte 30 en movimiento; la célula de carga 34 está acoplada con un tensor neumático 36, situado en correspondencia de la propia célula en la cara posterior opuesta del almacén 12 definido por el elemento en forma de placa 13' (figuras 4 y 5). Dicho tensor comprende, en la realización preferida a la que se hace referencia en las figuras, un cilindro neumático 38, cuya varilla está acoplada con un extremo de una palanca 42 para conducirlo a moverse a lo largo de un surco o ranura 40 y con el otro extremo con respecto a un soporte 38' integral a dicho almacén 12; la palanca 42 se puede combinar posiblemente con un resorte helicoidal. Dicha ranura 40 se crea en el elemento en forma de placa 13' al que está fijado también el cilindro 38. El mismo extremo de la palanca 42 está acoplado con una polea adicional 44, dispuesta como las otras entre los elementos en forma de placa 13 y 13' y destinada a actuar en empuje en el alambre de corte 30 como efecto del movimiento de la palanca 42 accionada por el vástago del cilindro 38, como se muestra esquemáticamente en particular en la figura 5; de esta manera, el cable 30 recupera la tensión correcta. El extremo opuesto de la palanca 42 está asegurado de forma pivotante a dicho elemento 13 del almacén 12. En cualquier caso, se debe anticipar que, en dicho almacén 12 del cabezal 10 con el alambre de corte o alambre de conformación 30 pueden disponerse más células de carga 34 y/o tensores neumáticos 36.

[0020] La alimentación eléctrica y neumática para, respectivamente, el motor 32 y la célula de carga 34, así como para el cilindro 38 del tensor neumático 36, se realizan por medios conocidos a partir de las conexiones en el acoplamiento 20' del brazo 20 y en la brida de fijación 22 del almacén 12. Ventajosamente, a esta última también se fija el terminal de un conducto, fijo u orientable (no ilustrado), a través del cual se suministra un fluido refrigerante, típicamente agua, para el alambre revestido de diamante 30.

[0021] El funcionamiento del cabezal 10 con el alambre de corte 30, combinado con el brazo 20 del manipulador 50, se gestiona por una única aplicación de software, ventajosamente programada con un método fuera de línea usando CAD-CAM para conducir ambas fases de trabajo con dicho alambre, que también incluyen el control y la tensión del propio alambre, y los realizados con otras herramientas, tales como, por ejemplo, electrohusillos; estas herramientas se recogen automáticamente, según sea necesario, del cargador convencional (no ilustrado), situado adyacente a dicho manipulador, y el reemplazo de la herramienta que, en ese momento, equipa el cabezal 10, tiene lugar fácilmente gracias a la brida 22 para la fijación y cambio rápido con conexiones automáticas proporcionadas en el almacén 12.

[0022] La figura 6 ilustra, a modo de ejemplo, un artículo manufacturado 48 de forma tridimensional compleja que se puede obtener mediante el uso del cabezal 10 de esta invención y sin la necesidad de mover u orientar el propio artículo manufacturado. De hecho, el movimiento sobre varios ejes del cabezal 10 a través del brazo 20 del robot antropomórfico 50 conduce el propio cabezal, y por lo tanto, el alambre revestido de diamante o alambre de conformación 30, para seguir la trayectoria programada, realizando continuamente partes de superficies de partes rectilíneas, mixtas-lineales, cóncavas y/o convexas de superficies en el artículo manufacturado 48.

[0023] Como se deduce a partir de lo anterior, las ventajas obtenidas por la invención son evidentes.

[0024] Con el uso del cabezal 10 de esta invención, combinado con el robot antropomórfico 50, se pueden obtener artículos manufacturados artísticos y arquitectónicos de forma muy compleja; no es necesario proporcionar un banco o carro móvil, como en las máquinas de pórtico, con el fin de mover repetidamente el bloque de material que se está trabajando, dado que es el cabezal 10 con conformación 30 el que tiene la posibilidad de moverse en el espacio ya que se transporta y se mueve por el brazo 20 de dicho robot 50, adecuadamente programado con los movimientos. Esta solución no sólo permite obtener una notable velocidad de ejecución del trabajo y, por lo tanto, una reducción sustancial de los costes de producción, sino también recuperar partes sustanciales de material que no se erosiona; los efectos negativos sobre el medio ambiente se reducen aún más apreciablemente. De hecho, es intuitivo que una menor cantidad de material inutilizable, así como los lodos de mecanizado relacionados que se van a desechar, directa e incisivamente, respeta la tendencia actual de privilegiar las políticas de protección ambiental.

[0025] Además, no se debe pasar por alto la ventaja resultante de una mayor seguridad para los operarios, que no tienen que realizar ni controlar maniobras potencialmente peligrosas debido a movimientos frecuentes de bloques pesados de materia prima o piezas semielaboradas. De ello se desprende que los propios bloques y las piezas semielaboradas están ventajosamente menos expuestos al peligro potencial de daño.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un cabezal (10) con un alambre de corte o conformación (30) apto para realizar trabajos complejos sobre bloques (48) de mármol, granito, travertino, cemento u hormigón y materiales pétreos en general, destinados a obtener artículos moldeados, artísticos y arquitectónicos, que comprende un brazo (20) de un manipulador o robot antropomorfo (50) con varios grados de libertad y con un par de elementos en forma de placa (13, 13') que definen un armazón (12) con ramificaciones opuestas (14, 16) conectadas a una ramificación de conexión central (18), dotada de una pluralidad de poleas (28, 28') a lo largo de las cuales se extiende dicho alambre de corte (30), **caracterizado por que** dicho cabezal (10) es móvil en el espacio de acuerdo con trayectorias programadas por encima y alrededor de los bloques (48) mantenidos en una condición de estabilidad y posición constantes, para realizar operaciones de mecanizado sobre los mismos que dan lugar a superficies que tienen un desarrollo rectilíneo, mixto-lineal, cóncavo y/o convexo, y **por que** las poleas (28, 28') se disponen entre los elementos en forma de placa (13, 13') en correspondencia con cada uno de los extremos libres de las ramificaciones (14, 16) de dicho armazón (12) y las zonas extremas opuestas en las que las mismas ramificaciones están conectadas a la ramificación central (18) del mismo.
- 10 2. El cabezal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** una de las poleas (28, 28') está ajustada en rotación mediante un motor eléctrico (32) fijado a la cara superior expuesta del elemento en forma de placa (13) del armazón (12) para mover continuamente el alambre de corte (30).
- 15 3. El cabezal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que**, en al menos una de las poleas (28) está montada una célula de carga (34), adecuada para medir la tensión y posible fallo del cable de corte (30) en movimiento, estando dicha célula combinada con un tensor neumático (36) situado en la parte delantera del armazón (12) que se define por el elemento en forma de placa (13').
- 20 4. El cabezal de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** el tensor neumático (36) comprende un cilindro neumático (38) cuya varilla está acoplada con un extremo de una palanca (42) para hacer que se mueva a lo largo de un surco o ranura (40).
- 25 5. El cabezal de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** dicho extremo de la palanca (42) está acoplado con una polea adicional (44), dispuesta como las otras entre los elementos en forma de placa (13) y (13') y destinada a actuar en empuje sobre el alambre de corte (30) como efecto del movimiento de la palanca (42) accionada por el vástago del cilindro (38).
- 30 6. El cabezal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende una brida (22) formada sobre el mismo armazón (12) interconectada con dicho brazo (20), para la fijación y cambio rápido con conexiones automáticas.
- 35 7. El cabezal (10) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dichos elementos en forma de placa (13, 13') tienen una forma sustancialmente en forma de U, superpuestos entre sí y separados y sujetos con unos pernos (15) o cuerpos de retención equivalentes para formar el armazón mencionado anteriormente (12).
- 40 8. El cabezal (10) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en dicho bastidor (12) se separan entre sí las ramificaciones laterales opuestas (14) y (16), y la ramificación de conexión central integral (18), en una posición central, está dotada de dicha brida (22) que se conecta a la muñeca (20') de dicho manipulador (50) con varios grados de libertad.
- 45

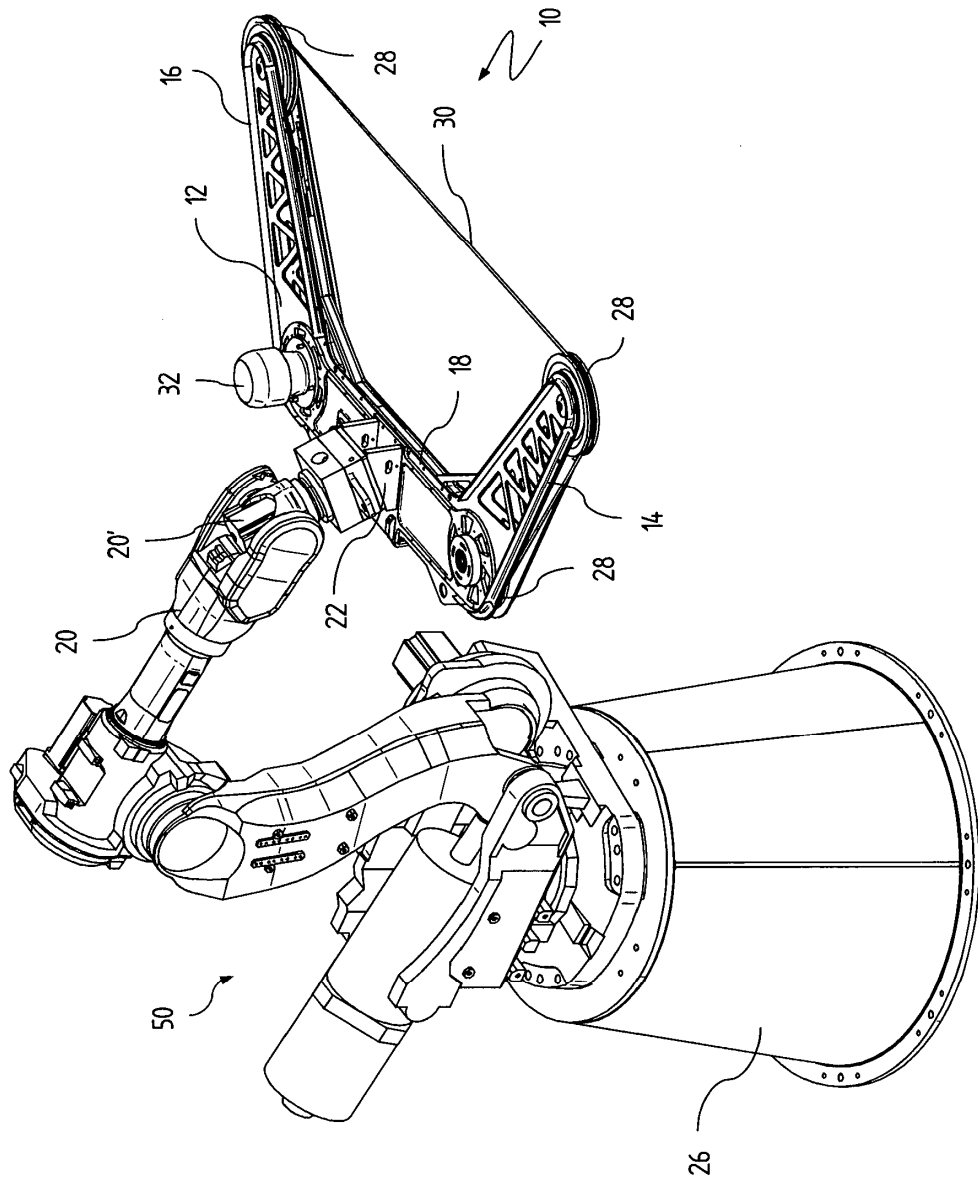


Fig. 1

Fig. 2

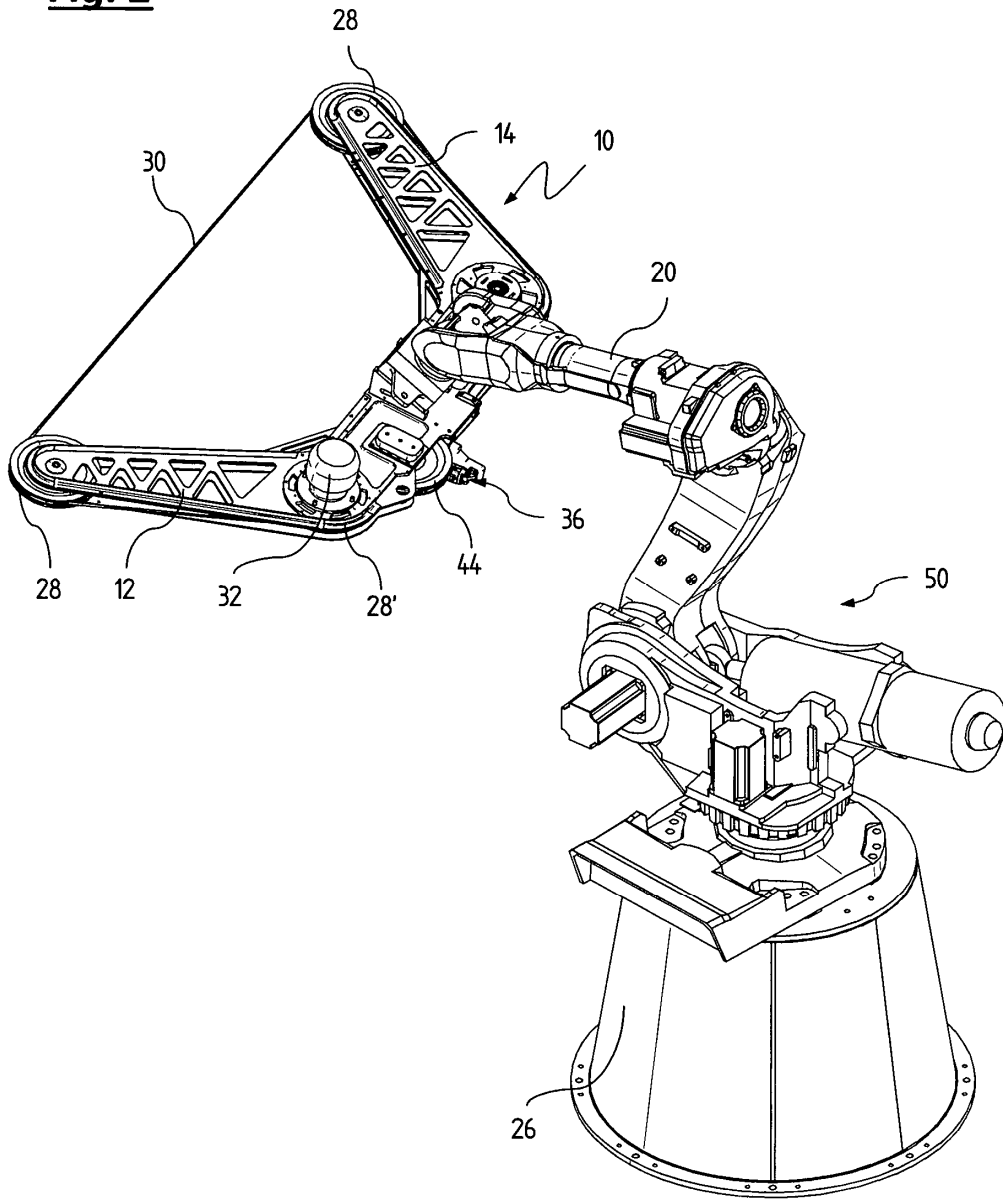


Fig. 3

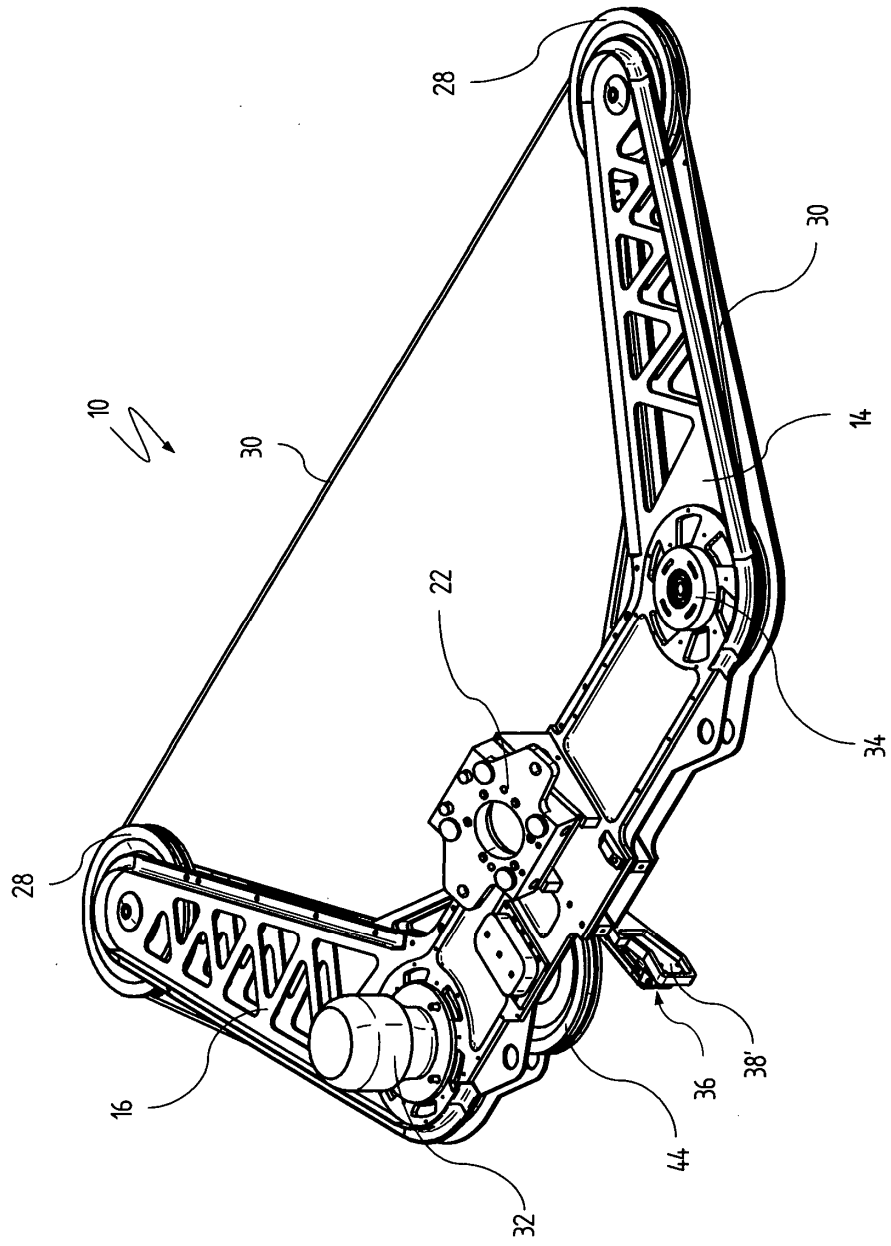


Fig. 4

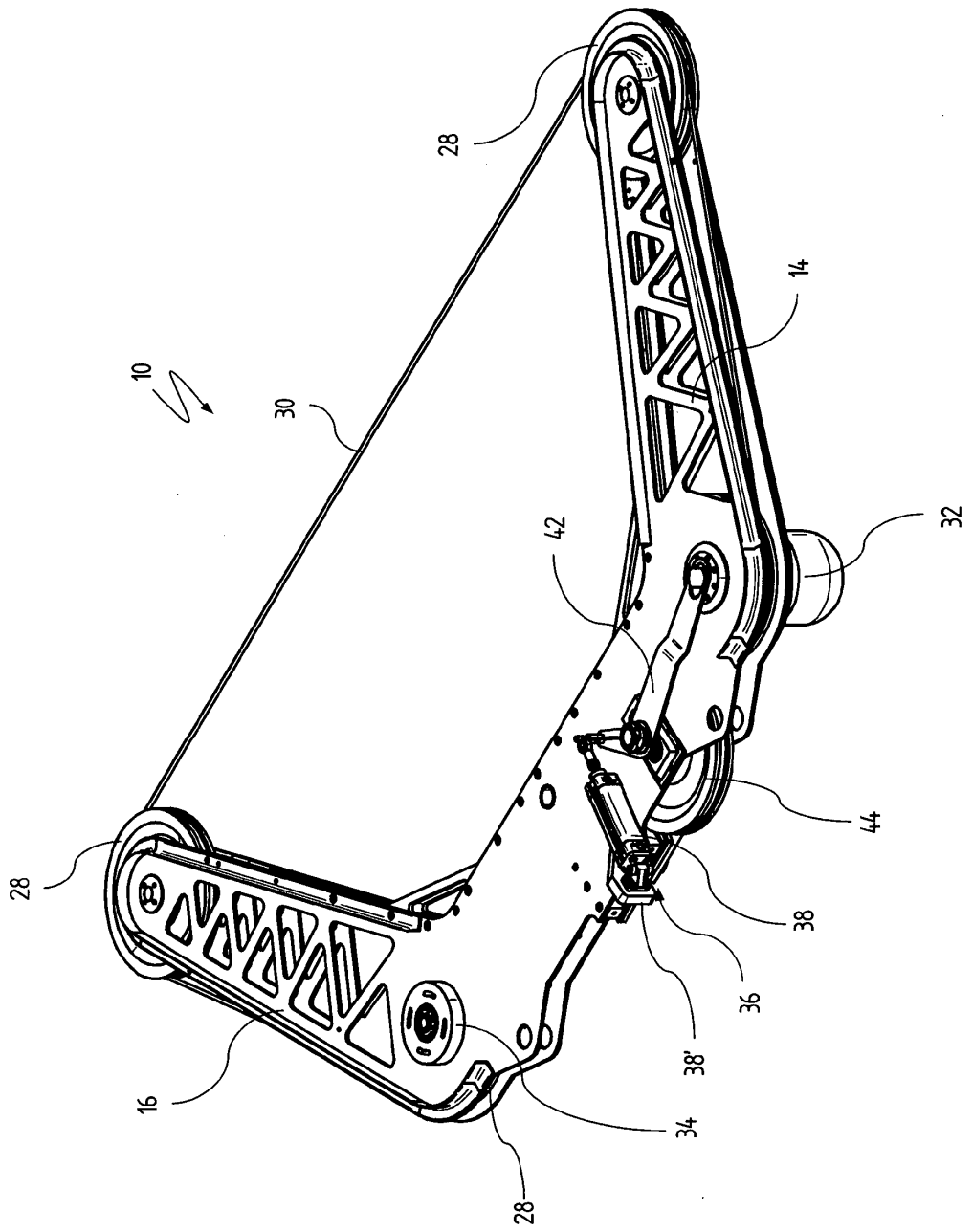


Fig. 5

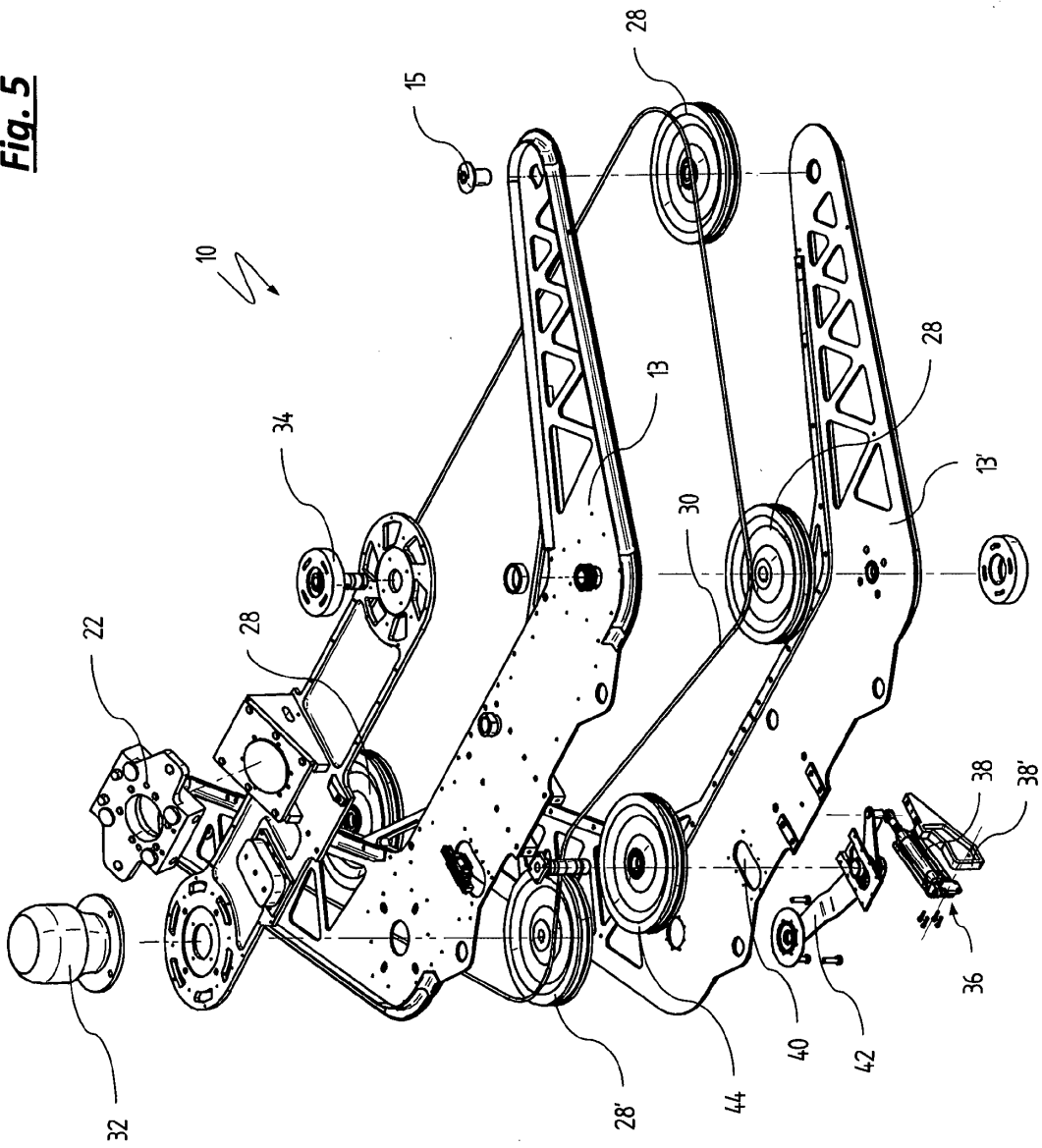


Fig. 6

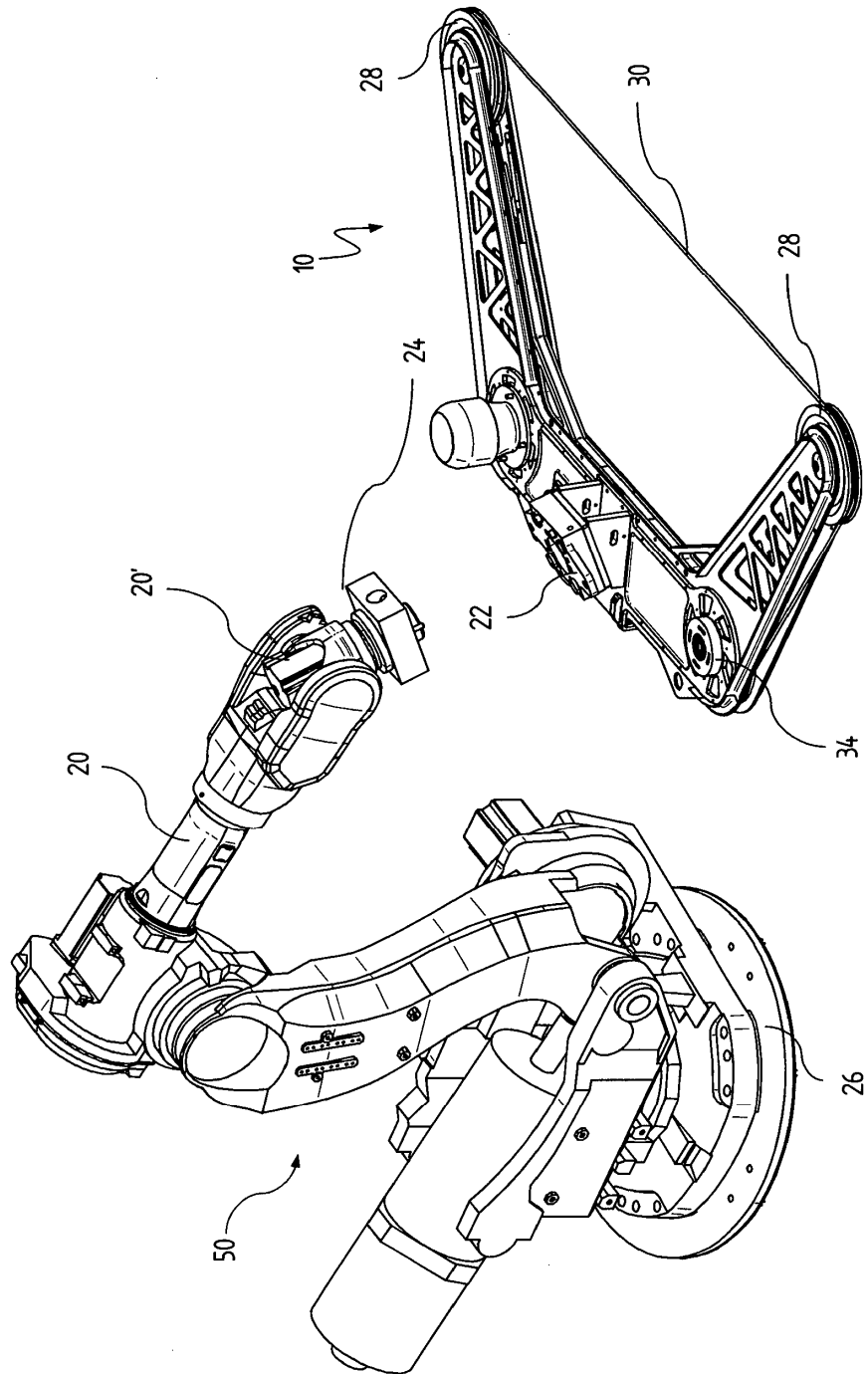


Fig. 7

