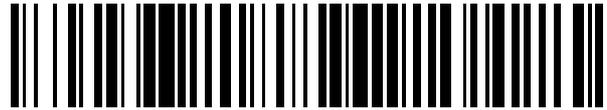


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 448**

51 Int. Cl.:

B29C 70/38

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2014** **E 14151882 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020** **EP 2759393**

54 Título: **Sistema de aplicación de materiales compuestos con cabezales de disposición intercambiables**

30 Prioridad:

23.01.2013 US 201313747797

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

26.02.2021

73 Titular/es:

**FIVES MACHINING SYSTEMS, INC. (100.0%)
142 Doty Street
Fond du Lac WI 54935, US**

72 Inventor/es:

VANIGLIA, MILO M.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 808 448 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 de aplicación de materiales compuestos con cabezales de disposición intercambiables

- 5 La invención se refiere a un sistema de laminación de materiales compuestos de pórtico de 6 ejes que tiene la capacidad de cambiar rápidamente los cabezales para aplicar cinta de grado de capa de cinta de contorno de material compuesto o fibra de rodete, o para recortar o marcar con tinta material compuesto, o para realizar otras funciones.
- 10 Los sistemas de laminación de materiales compuestos se utilizan para fabricar aeronaves y componentes aeroespaciales, componentes de turbinas eólicas y otros artículos en los que la alta resistencia y el peso ligero son los objetivos principales. La cinta de grado de capa de cinta de contorno de material compuesto (CTL) y la fibra de rodete se utilizan ampliamente; cada sistema tiene sus ventajas y limitaciones.
- 15 Un cabezal de colocación de fibra proporciona control independiente sobre la alimentación de material a través del mecanismo de abrazadera, corte y reinicio para hasta 16 haces de filamentos individuales de cinta de hendidura de material compuesto preimpregnado (rodete), permitiendo un ajuste automático "sobre la marcha" de la anchura de la banda de fibra, colocación controlada de fibras alrededor de contornos cambiantes y configuración precisa de aberturas. El cabezal de colocación de fibra permite una aplicación sin arrugas, de forma casi neta de estructuras cerradas y profundamente contorneadas y superficies cóncavas/convexas. El cabezal de colocación de fibra es ideal para la producción de precisión de secciones de fuselaje, paneles de línea de molde exterior y de línea de molde interior, carenajes, conductos y conos de boquilla para uso comercial, vehículos militares y espaciales, incluidas las piezas que utilizan materiales de núcleo de panal livianos.
- 20
- 25 Un cabezal de aplicación de cinta deposita cinta de grado CTL de carbono/epoxi a velocidades de hasta 60 m/min (2400 pulgadas por minuto) utilizando cinta de carbono/epoxi de 75, 150 o 300 mm (3, 6 o 12 pulgadas) en cualquier orientación y número de capas, asegurando una calidad constante, forma de pieza, espesor y resistencia.
- 30 No se puede usar el mismo cabezal de aplicación para aplicar tanto cinta adhesiva como fibra de rodete, y como resultado, la aplicación de la cinta de grado CTL y después cambiar a la fibra de rodete requiere mover el artículo que se está preparando de una primera máquina a una segunda máquina. Debido a que el artículo que se está preparando suele ser grande, reubicar un artículo medio preparado de una máquina de aplicación de cinta a una máquina de colocación de fibra o viceversa es una tarea engorrosa, que consume mucho tiempo y reduce la precisión de la colocación de capa a capa.
- 35 Ciertos sistemas de la técnica anterior con cabezales extraíbles e intercambiables tienen uno o más ejes principales de la máquina que permanecen con el cabezal y se alejan de la máquina cuando se cambian los cabezales debido a su configuración conceptual o al diseño heredado del que derivan. Esto hace que el coste de cada cabezal individual sea más costoso puesto que el equipo de eje duplicado está integrado en cada cabezal. Otros diseños de cabezal incorporan una muñeca y una fileta integrales que permanecen con el cabezal y se separan del resto de la máquina cuando se cambia un cabezal por otro, agregando así aún más costes para el mecanismo redundante que se diseña en un sistema de múltiples cabezales.
- 40
- 45 El documento FR 2 915 925 A1 desvela una máquina de aplicación de fibra que comprende dos cabezales de aplicación que están conectados a medios de almacenamiento de fibra asociados por medios de transporte de fibra. La máquina de aplicación de fibra tiene disponible un primer cabezal aplicador, mientras se usa un segundo cabezal aplicador para aplicar fibras a una herramienta.
- 50 Por consiguiente, sería deseable diseñar un sistema de laminación de materiales compuestos que pudiera aplicar tanto cinta de grado CTL de material compuesto como fibra de rodete de material compuesto.
- 55 Además, sería deseable diseñar un sistema de laminado de materiales compuestos que pudiera cambiar rápida y eficazmente los cabezales de uno que aplique cinta a uno que aplique fibra.
- Además, sería deseable diseñar un sistema de laminación de materiales compuestos que emplee múltiples cabezales reemplazables en los que ninguno de los seis ejes de movimiento del sistema resida con el cabezal.
- 60 Además, sería deseable tener un sistema de laminación de materiales compuestos con un posicionador de pórtico de seis ejes con puestos de acoplamiento activos para soportar un cabezal de colocación de fibra y un cabezal de cinta CTL en una zona de acoplamiento dentro del alcance y el recorrido del posicionador.
- 65 La Figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema de laminación de pórtico.
- La Figura 2 es una vista detallada del mecanismo de muñeca que une un cabezal de colocación de material compuesto al extremo de una columna de pórtico.
- La Figura 3 es una vista detallada de un puesto de acoplamiento de cabezales designada por la línea de sección 3

de la Figura 1.

- 5 La Figura 4 es una vista detallada que muestra el movimiento de la columna de pórtico para acoplar un cabezal en un primer puesto de acoplamiento.
- La Figura 5 es una vista detallada que muestra el movimiento del mecanismo de pórtico a lo largo de los ejes Z y X hasta un segundo puesto de acoplamiento en la zona de acoplamiento.
- 10 La Figura 6 es una vista detallada que muestra el movimiento de la columna de pórtico en los ejes X y Z para recuperar un cabezal en un segundo puesto de acoplamiento.
- La Figura 7 es una vista detallada que muestra un brazo de servicios y una placa de mantenimiento adjunta en una posición de espera en un puesto de acoplamiento.
- 15 La Figura 8 es una vista detallada que muestra el movimiento de un brazo de servicios y el acoplamiento de la placa de mantenimiento adjunta con la placa de acoplamiento inferior en un cabezal de material compuesto.

20 La Figura 1 muestra una máquina de colocación de material compuesto de tipo pórtico 10 que comprende un posicionador de seis ejes 11 y un cabezal 14. El cabezal 14 puede comprender un cabezal y una fileta integradas para que el cabezal lleve consigo el material compuesto que se situará sobre la herramienta 16 en la zona de trabajo 15. El cabezal integrado 14 aplica material compuesto a una herramienta 16. El cabezal 14 está provisto de seis ejes de movimiento por el posicionador de seis ejes 11.

25 El posicionador 11 comprende una viga horizontal 18 que está soportada sobre el suelo 19 de la fábrica por un par de miembros de soporte verticales separados 21 que están montados sobre carriles 22 en el suelo de la fábrica. El espacio entre los carriles 22 se llama zona de trabajo 15. La forma o herramienta 16 se sitúa en la zona de trabajo 15. Una columna de eje Z vertical 23 está soportada en la viga horizontal 18. El posicionador 11 puede moverse horizontalmente en el eje X a lo largo de los carriles 22, la columna 23 puede moverse horizontalmente en el eje Y a través de la viga 18 del pórtico, y la columna 23 puede moverse verticalmente en el eje Z, dando así al cabezal 14 movimiento en los ejes X, Y y Z. La viga horizontal 18 se extiende más allá de al menos uno de los miembros de soporte verticales separados 21, de modo que la columna vertical 23 puede colocarse sobre una zona de acoplamiento 25, fuera de la zona de trabajo 15. Uno o más puestos de acoplamiento 26 están ubicados en la zona de acoplamiento 25. Cada puesto de acoplamiento 26 tiene asignado un cabezal 14. Cada uno de los cabezales 14 puede ser capaz de realizar diferentes funciones relacionadas con un proceso de colocación de material compuesto. Los puestos de acoplamiento 34 pueden también ubicarse en una zona de acoplamiento 65 en uno o ambos extremos de la zona de trabajo 15.

30 La Figura 2 muestra que el cabezal 14 se monta en una muñeca 30 que está soportada en el extremo inferior de la columna 23 del eje Z. La muñeca comprende un plato giratorio 31 del eje I que está acoplado al extremo inferior de la columna 23, un yugo 32 del eje J que está acoplado al plato giratorio 31 del eje I, y un yugo 33 del eje K que está soportado por el yugo 32 del eje J. El plato giratorio 31 del eje I permite que el cabezal 14 gire alrededor de un eje I que es paralelo al eje X de la máquina, el yugo 32 del eje J permite que el cabezal 14 gire alrededor de un eje J que es paralelo al eje Y de la máquina, y el yugo 33 del eje K permite que el cabezal 14 gire alrededor de un eje K que es paralelo al eje Z de la máquina. La muñeca 30 contiene los motores, engranajes y unidades necesarios para hacer girar la muñeca alrededor de los ejes I, J y K. El movimiento lineal del pórtico en los ejes X, Y, Z, y el movimiento giratorio de la muñeca alrededor de los ejes I, J y K proporcionan al posicionador seis ejes de movimiento. El movimiento del pórtico 12 y el cabezal 14 puede ser controlado por un operador en un panel de control 35, o por un CNC ubicado en el panel de control 35.

35 La cabezal 14 puede tomar varias formas; un cabezal que aplica una cinta ancha de material compuesto enrollada con papel protector a una herramienta 16, un cabezal que aplica fibra de rodete de material compuesto ((3,18 mm; 6,35 mm; 12,7 mm) (1/8", 1/4", 1/2")) a una herramienta, un cabezal de marcado por chorro de tinta para la verificación y referencia de colocación de capas, un cabezal de corte perimetral de capas que comprende un cortador de capas ultrasónico o de otro tipo, un cabezal con ventosas u otro dispositivo de acoplamiento de capas para la colocación de capas sobre una herramienta, un cabezal de relleno de capas para la colocación de pequeñas piezas precortadas que se enrollan con película protectora, y otros tipos de cabezales que pueden ser necesarios para la aplicación de material compuesto. El cabezal 14 que se muestra en la Figura 2 es un cabezal de aplicación de cinta que lleva un suministro de cinta 40 en uno o más carretes en el cabezal.

40 Una placa de acoplamiento superior 36 se monta después del sexto eje primario (el eje K) del posicionador de seis ejes en el extremo inferior del yugo 33 del eje K. Una placa de acoplamiento inferior 37 se monta en el bastidor superior 38 del cabezal 14, y las placas de acoplamiento superior e inferior 36, 37 se acoplan juntas por medio de abrazaderas mecánicas (no mostradas) para montar el cabezal 14 en la muñeca 30. Las placas de acoplamiento superior e inferior 36, 37 son un tipo de anillo de sujeción de liberación rápida, y juntas forman un punto de acoplamiento donde un cabezal 14 puede separarse rápidamente del posicionador 11. Las placas de acoplamiento superior e inferior 36, 37 tienen conectores separables 39 para conexiones de servicios y señales para que la energía eléctrica, la potencia

neumática y las señales de la muñeca 30 se puedan acoplar al cabezal 14 cuando el cabezal se monte en el extremo de la muñeca. Las placas de acoplamiento inferiores 37 para todos los cabezales son iguales, permitiendo que todos los cabezales se acoplen al extremo de la muñeca 30 sin cambiar el equipo de acoplamiento.

5 La Figura 3 muestra un cabezal 14 situado en un puesto de acoplamiento 63. El puesto de acoplamiento 63 es un puesto de acoplamiento activo 63, lo que significa que puede conectar energía eléctrica, potencia neumática, y señales al cabezal 14 como se explica más completamente a continuación. El puesto de acoplamiento activo 63 comprende cuatro patas 41 que forman una base que descansa sobre el suelo 19, y la base soporta dos porciones salientes 42. Una barra de soporte 43 se monta en cada porción de hombro 42. Dos lados de la placa de acoplamiento inferior 37 que se monta en el cabezal 14 tienen pestañas de soporte 44 que se extienden hacia fuera desde la placa de acoplamiento inferior 37. Las pestañas de soporte 44 en la placa de acoplamiento inferior 37 descansan sobre las barras de soporte 43 de modo que el cabezal pueda suspenderse de los salientes 42 del puesto de acoplamiento 63. Un brazo de servicios 46 con una placa de mantenimiento 47 se monta en la parte superior del puesto de acoplamiento 63. El brazo de servicios 46 contiene conductores de energía eléctrica, potencia neumática y de señales que están conectados a la placa de mantenimiento 47. El cabezal 14 que se muestra en la Figura 3 es un cabezal de aplicación de fibra que transporta carretes de fibra 45 en uno o más husillos en el cabezal.

La Figura 4 muestra el movimiento de la columna 23 del pórtico más allá de uno de los miembros de soporte verticales separados 21, de modo que la columna 23 del pórtico se sitúa sobre la zona de acoplamiento 25. En las Figuras 4-6, a los puestos de acoplamiento se les han asignado los números de referencia 61-64, y a los cabezales que son compatibles con los puestos de acoplamiento 61-64 se les han asignado los números de referencia 51-54, respectivamente. Las flechas muestran el movimiento del pórtico para colocar un primer cabezal 51 de modo que pueda acoplarse en el primer puesto de acoplamiento 61. Una vez que el cabezal 51 está alineado verticalmente con un espacio entre el primer puesto de acoplamiento 61 y un puesto de acoplamiento adyacente, la columna baja a lo largo del eje Z hasta que la placa de acoplamiento inferior 37 en el primer cabezal 51 está ligeramente por encima de la altura de las barras de soporte en el primer puesto de acoplamiento, y el cabezal se mueve horizontalmente en el espacio entre los dos salientes 42 del primer puesto de acoplamiento. La columna 23 baja después hasta que la placa de acoplamiento inferior 37 en el primer cabezal 51 descansa sobre las barras de soporte 43 en el primer puesto de acoplamiento 61. Las abrazaderas en las placas de acoplamiento superior e inferior 36 y 37 se liberan para que la columna 23 pueda elevarse, dejando el primer cabezal 51 en el primer puesto de acoplamiento 61. En otra realización de la invención, el cabezal 51 se alinea verticalmente sobre el puesto de acoplamiento 61 y la columna 23 baja después el cabezal al puesto de acoplamiento 61 sin un segundo movimiento horizontal. En esta realización, el cabezal debe dimensionarse para ajustarse entre los salientes 42 del puesto de acoplamiento de modo que pueda bajarse directamente al puesto de acoplamiento. El primer cabezal 51 puede ser uno que aplique fibra de rodete de material compuesto en 3,2 mm, 6,4 mm o 12,5 mm (1/8 de pulgada, 1/4 de pulgada o 1/2 pulgada), a una herramienta 16, y el segundo cabezal 52 puede ser uno que aplique cinta ancha de material compuesto enrollada con papel protector a una herramienta 16. Los cabezales 53 y 54 pueden ser otros tipos de cabezales que pueden ser necesarios para la aplicación del material compuesto.

La Figura 5 muestra el movimiento del mecanismo de pórtico 12 a lo largo del eje X en un tercer puesto de acoplamiento 63 en la zona de acoplamiento 25. El pórtico se desplaza a lo largo del eje X hasta que la placa de acoplamiento superior 36 se alinea con un tercer cabezal 53 en el tercer puesto de acoplamiento 63. La columna 23 baja a continuación de modo que la placa de acoplamiento superior 36 en el extremo inferior del eje K de la muñeca 30 se ponga en contacto con la placa de acoplamiento inferior 37 en el tercer cabezal 53. Las abrazaderas en las placas de acoplamiento superior e inferior se activan y el tercer cabezal 53 se fija a la muñeca 30. La placa de acoplamiento inferior 37 para cada cabezal es la misma, de modo que cada cabezal puede acoplarse a la misma placa de acoplamiento superior montada en el extremo inferior del eje K.

La Figura 6 es una vista detallada que muestra el movimiento de la columna de pórtico para retirar el tercer cabezal 53 del tercer puesto de acoplamiento 63. La columna 23 se eleva ligeramente para elevar el cabezal de las barras de soporte 43 en el puesto de acoplamiento, y el pórtico 12 con la columna se mueve en el eje X para mover el cabezal horizontalmente hasta que el cabezal 53 pueda elevarse sin interferencia de la estructura del puesto de acoplamiento 63. El pórtico 12 mueve el cabezal hacia la zona de trabajo 15 para continuar con el proceso de fabricación de material compuesto.

La Figura 7 es una vista detallada que muestra el brazo de servicios 46 y la placa de mantenimiento 47 en una posición de espera. Desde esta posición, el brazo de servicios 46 puede girarse a una posición de modo que la placa de mantenimiento esté en alineación vertical con la placa de acoplamiento inferior 37 que está montada en el cabezal 14. La placa de mantenimiento 47 y después bajada desde el extremo del brazo de servicios hasta que entra en contacto con la placa de acoplamiento inferior 37 como se muestra en la Figura 8.

La Figura 8 muestra la placa de mantenimiento 47 acoplada a la placa de acoplamiento inferior 37. En esta posición, los conectores separables 39 alrededor del perímetro de la placa de mantenimiento 47 y la placa de acoplamiento inferior 37 se acoplan entre sí. La placa de mantenimiento 47 acopla los servicios y señales desde el panel de control 35 a la placa de acoplamiento inferior 37 para que el cabezal 14 pueda activarse y funcionar con fines de prueba o mantenimiento. Cuando se desea retirar un cabezal 14 de un puesto de acoplamiento 26 para montar el cabezal en el

posicionador de seis ejes 11, o para cualquier otro fin, la placa de mantenimiento 47 se eleva fuera de contacto con la placa de acoplamiento inferior 37 y se balancea hacia el lado de la placa de acoplamiento inferior como se muestra en la Figura 7.

- 5 En funcionamiento, el cabezal 14 puede separarse de la muñeca 30 y acoplarse para fines de mantenimiento y reparación en un puesto de acoplamiento 26 que se encuentra dentro del alcance y el recorrido del manipulador de pórtico. Una vez que se retira un primer cabezal de la máquina y se acopla, se puede reemplazar con un segundo cabezal para que la máquina de pórtico pueda cambiar rápidamente entre el proceso de laminación de aplicación de cinta y de colocación de fibra, u otros procesos de laminación de material que son compatibles con las diversas formas del cabezal. El punto de acoplamiento formado por las placas de acoplamiento superior e inferior 36, 37 en el que los cabezales 14 se separan rápidamente de la máquina está después del sexto eje primario del manipulador de pórtico 12. Los cabezales no tienen ninguno de los seis ejes primarios de la máquina incorporados, reduciendo así el coste y la complejidad del cabezal separado. Todos los componentes de accionamiento necesarios para los seis ejes del pórtico permanecen con el pórtico cuando cualquiera de los cabezales se retira y se almacena en un puesto de acoplamiento. Los puestos de acoplamiento vivos soportan los cabezales separados mientras el pórtico de seis ejes está aplicando el material compuesto o realizando alguna otra función relacionada con el proceso de aplicación con el cabezal conectado, aumentando la eficacia y el rendimiento del sistema. Los puestos de acoplamiento vivo permiten el acceso a los cabezales para la reposición y mantenimiento del material.
- 10
- 15
- 20 El sistema de materiales compuestos descrito anteriormente ahorra costes considerables en equipos, infraestructura y coste laboral tradicionalmente necesarios para dos sistemas separados de cinta y fibra, haciéndolo ideal para proveedores y fabricantes que requieren rentabilidad de costes y capacidades flexibles. El sistema hace posible que los fabricantes consideren combinar cinta de grado CTL de material compuesto y fibra de rodete en la misma parte.
- 25 Habiendo descrito el dispositivo de esta manera, diversas modificaciones y alteraciones resultarán evidentes para los expertos en la materia, modificaciones y alteraciones que están dentro del alcance del dispositivo tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de laminación de materiales compuestos (10) que comprende un posicionador de seis ejes (11) y múltiples cabezales extraíbles (14, 51-54) para aplicar material compuesto a una herramienta (16), comprendiendo el sistema (10):
- un pórtico (12) y una muñeca (30) que comprende el posicionador de seis ejes (11), en el que el pórtico (12) tiene dos montantes separados (21) que soportan una viga transversal (18), en donde los montantes (21) y el travesaño (18) pueden moverse en un eje X;
 - una zona de trabajo (15) para una herramienta (16) situada entre los dos montantes separados (21);
 - una columna móvil (23) soportada en el travesaño (18), en donde la columna (23) se puede mover con respecto al travesaño (18) en un eje Y y un eje Z, en donde la muñeca (30) está montada en la columna (23), en donde la muñeca (30) gira alrededor de un eje I paralelo al eje X, alrededor de un eje J paralelo al eje Y y alrededor de un eje K paralelo al eje Z;
 - un cabezal reemplazable (14, 51-54) montado en la muñeca (30) en el extremo del eje K, por lo que el pórtico (12) y la muñeca (30) proporcionan seis ejes de movimiento para el cabezal reemplazable (14, 51-54), y la extracción del cabezal (14, 51-54) de la muñeca (30) permite que los seis ejes de movimiento permanezcan con el posicionador (11);
 - una zona de acoplamiento (25) situada fuera de la zona de trabajo (15) y fuera de los dos montantes separados (21);
 - una pluralidad de puestos de acoplamiento (61-64) para el cabezal reemplazable (14, 51-54) en la zona de acoplamiento (25), en donde al menos uno de los puestos de acoplamiento (61-64) comprende un puesto de acoplamiento activo (63), por lo que el puesto de acoplamiento activo (63) puede acoplar a al menos uno de energía eléctrica, potencia neumática y señales a un cabezal (14, 51-54) situado en el puesto de acoplamiento activo (63), en donde un extremo del travesaño (18) se extiende más allá de uno de los montantes separados (21) y sobre la zona de acoplamiento (25), por lo que la columna (23) puede desplazarse a través del travesaño (18) desde una posición sobre la zona de trabajo (15) hasta una posición sobre la zona de acoplamiento (25), y por lo que la columna (23) puede depositar un cabezal (14, 51-54) en un puesto de acoplamiento vacío (61-64) en la zona de acoplamiento (25) o elevar un cabezal (14, 51-54) en la zona de acoplamiento (25).
2. El sistema de laminación de materiales compuestos de la reivindicación 1, que comprende además:
- una placa de acoplamiento inferior (37) en el cabezal reemplazable (14), teniendo la placa de acoplamiento inferior (37) conectores separables (39) que acoplan energía eléctrica, potencia neumática y señales de la muñeca (30) al cabezal (14) cuando el cabezal (14) está montado en el extremo de la muñeca (30);
 - una placa de mantenimiento (47) montada en el puesto de acoplamiento activo (63); y
 - conectores separables (39) alrededor del perímetro de la placa de mantenimiento (47), por lo que los conectores separables (39) en la placa de mantenimiento (47) se acoplan con los conectores separables (39) en la placa de acoplamiento inferior (37) del cabezal (14) en el puesto de acoplamiento activo (63), por lo que la placa de mantenimiento (47) une los servicios a la placa de acoplamiento inferior (37) para que el cabezal (14) pueda activarse y funcionar en el puesto de acoplamiento activo (63) para fines de prueba o mantenimiento.
3. El sistema de laminación de materiales compuestos de las reivindicaciones 1 o 2 que comprende además: al menos dos cabezales reemplazables (51, 52) que pueden montarse en la muñeca, en donde un primero (51) de los al menos dos cabezales reemplazables (51, 52) aplica fibra de rodete a una herramienta (16), y en donde un segundo (52) de los al menos dos cabezales reemplazables (51, 52) aplica una cinta ancha de material compuesto a una herramienta (16).
4. El sistema de laminación de materiales compuestos de la reivindicación 1 que comprende, además: unas placas de acoplamiento superior (36) e inferior (37) que acoplan el cabezal reemplazable (14, 51-54) a la muñeca (30), estando montada la placa de acoplamiento superior (36) en el extremo del sexto eje del posicionador (11), y estando montada la placa de acoplamiento inferior (37) en un bastidor superior (38) del cabezal.
5. El sistema de laminación de materiales compuestos de la reivindicación 4 que comprende, además: conectores separables (39) para conexiones de servicios y de señal en las placas de acoplamiento superior (36) e inferior (37), acoplando los conectores separables (39) energía eléctrica, potencia neumática y señales de la muñeca (30) al cabezal cuando el cabezal (14, 51-54) está montado en el extremo de la muñeca (30).
6. El sistema de laminación de materiales compuestos de al menos una de las reivindicaciones 1 o 4 o 5 que comprende, además:
- la zona de acoplamiento (25) situada fuera de la zona de trabajo (15);
 - la pluralidad de puestos de acoplamiento (61-64) en la zona de acoplamiento (25);
 - una pluralidad de cabezales (51-54) situados en cada uno los puestos de acoplamiento (61-64);
 - un primer cabezal (51) en el primer puesto de acoplamiento (61) y un segundo cabezal (52) en el segundo puesto

- de acoplamiento (62);
en donde el primer cabezal (51) puede ser un cabezal de colocación de fibra de rodete y el segundo cabezal (52) puede ser un cabezal de aplicación de cinta ancha de material compuesto, por lo que el sistema de laminación de materiales compuestos (10) puede depositar fibra de rodete en la herramienta (16) usando el primer cabezal (51) y cinta ancha de material compuesto en la herramienta (16) usando el segundo cabezal (52).
- 5
7. El sistema de laminación de materiales compuestos de al menos una de las reivindicaciones 1 o 4 a 6, en el que la muñeca (30) está montada en el extremo inferior de la columna (23).
- 10
8. El sistema de laminación de materiales compuestos de la reivindicación 7 que comprende, además:
- un plato giratorio (31) del eje I que está acoplado al extremo inferior de la columna (23);
 - un yugo (32) del eje J que está acoplado al plato giratorio (31) del eje I; y,
 - un yugo (33) del eje K soportado por el yugo (32) del eje J, por lo que el cabezal (14, 51-54) está montado en el extremo del yugo (33) del eje K.
- 15
9. El sistema de laminación de materiales compuestos de al menos una de las reivindicaciones 1 o 4 a 8 que comprende, además:
- un primer cabezal reemplazable (51) que aplica fibra de rodete a una herramienta (16);
 - un segundo cabezal reemplazable (52) que aplica cinta ancha de material compuesto a una herramienta (16); y,
 - cualquier otro tipo de cabezal (53, 54) que pueda ser necesario para la aplicación de material compuesto.
- 20
10. El sistema de laminación de materiales compuestos de al menos una de las reivindicaciones 1 o 4 a 9 que comprende, además:
- conectores separables (39) para conexiones de servicios y de señal en las placas de acoplamiento superior (36) e inferior (37), acoplando los conectores separables (39) energía eléctrica, potencia neumática, y señales de la muñeca (30) al cabezal (14) cuando el cabezal está montado en el extremo de la muñeca (30);
 - una placa de mantenimiento (47) montada en el puesto de acoplamiento activo (63); y
 - conectores separables (39) alrededor del perímetro de la placa de mantenimiento (47), por lo que los conectores separables (39) en la placa de mantenimiento (47) se acoplan con los conectores separables (39) en la placa de acoplamiento inferior (37) del cabezal (14) en el puesto de acoplamiento activo (63), por lo que la placa de mantenimiento (47) une los servicios a la placa de acoplamiento inferior (37) para que el cabezal (14) pueda activarse y funcionar en el puesto de acoplamiento activo (63) para fines de prueba o mantenimiento.
- 30
- 35
11. El sistema de laminación de materiales compuestos de al menos una de las reivindicaciones 1 o 4 a 10 que comprende, además:
- una pluralidad de puestos de acoplamiento activos (61-64) en la zona de acoplamiento (25);
 - al menos dos tipos diferentes de cabezales (51, 52) admitidos en los puestos de acoplamiento activos (61, 62), en donde las placas de acoplamiento inferiores (37) en todos los cabezales (51, 52) son iguales, permitiendo que todos los cabezales (51, 52) se acoplen a la misma placa de acoplamiento superior (36) en el extremo de la muñeca (30) sin cambiar el equipo de acoplamiento.
- 40
- 45
12. El sistema de laminación de materiales compuestos de al menos una de las reivindicaciones 1 o 4 a 11 que comprende, además:
- una zona de acoplamiento (65) situada en un extremo de la zona de trabajo (15);
 - conteniendo la zona de acoplamiento (65) al menos un puesto de acoplamiento (34) para recibir un cabezal de colocación de material compuesto.
- 50

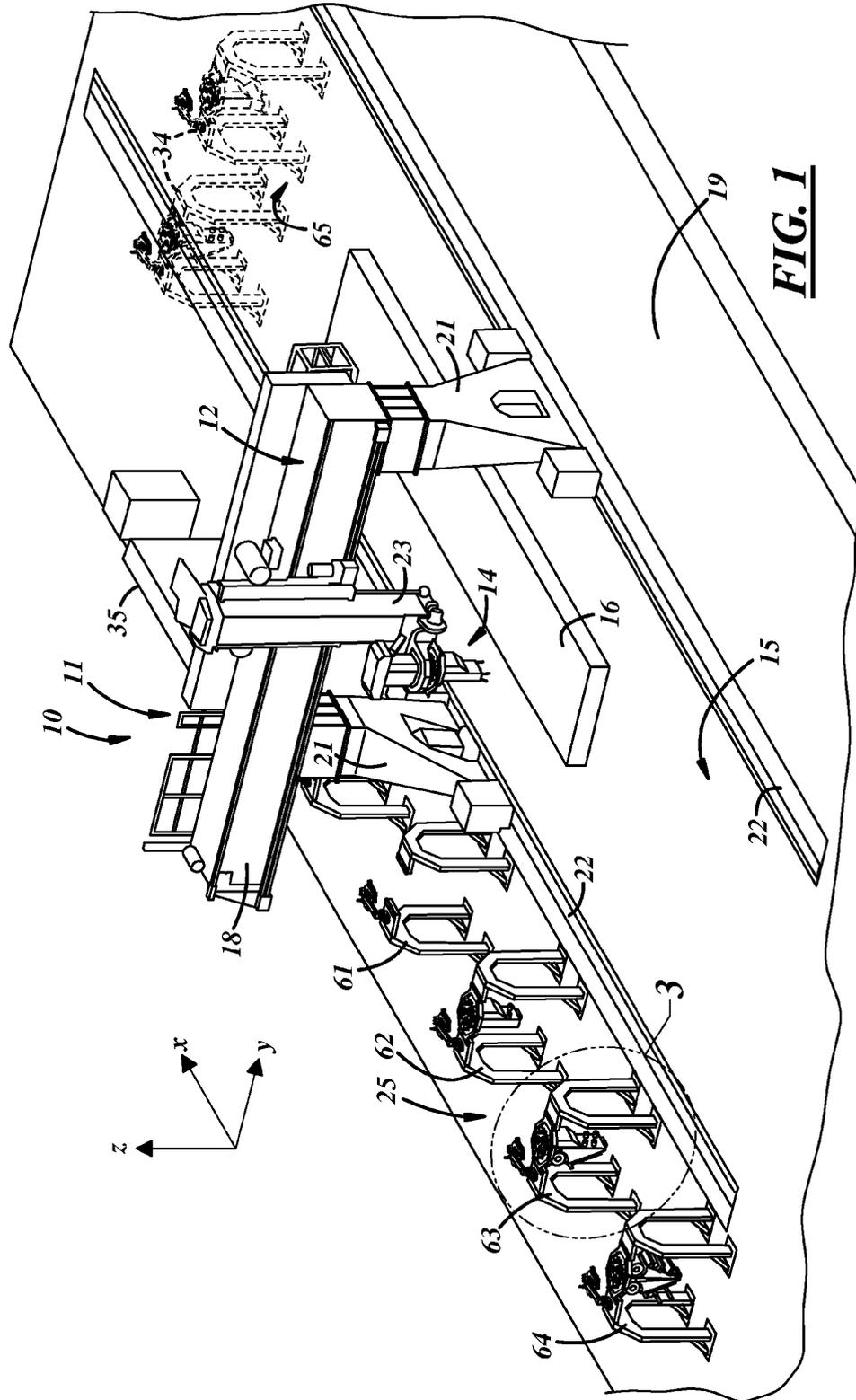


FIG. 1

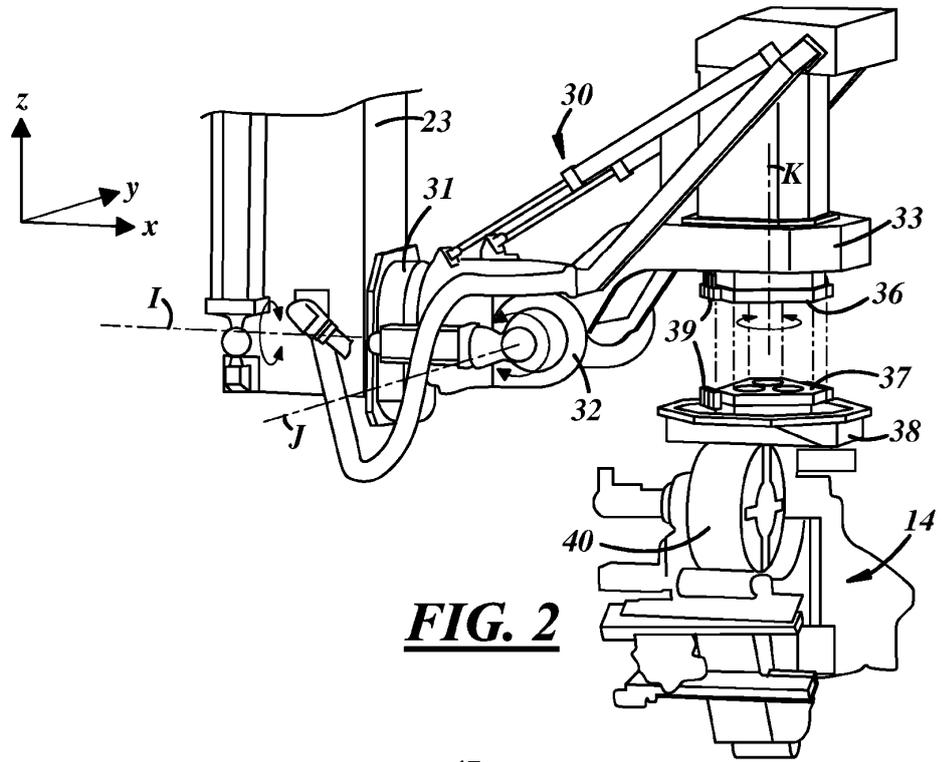


FIG. 2

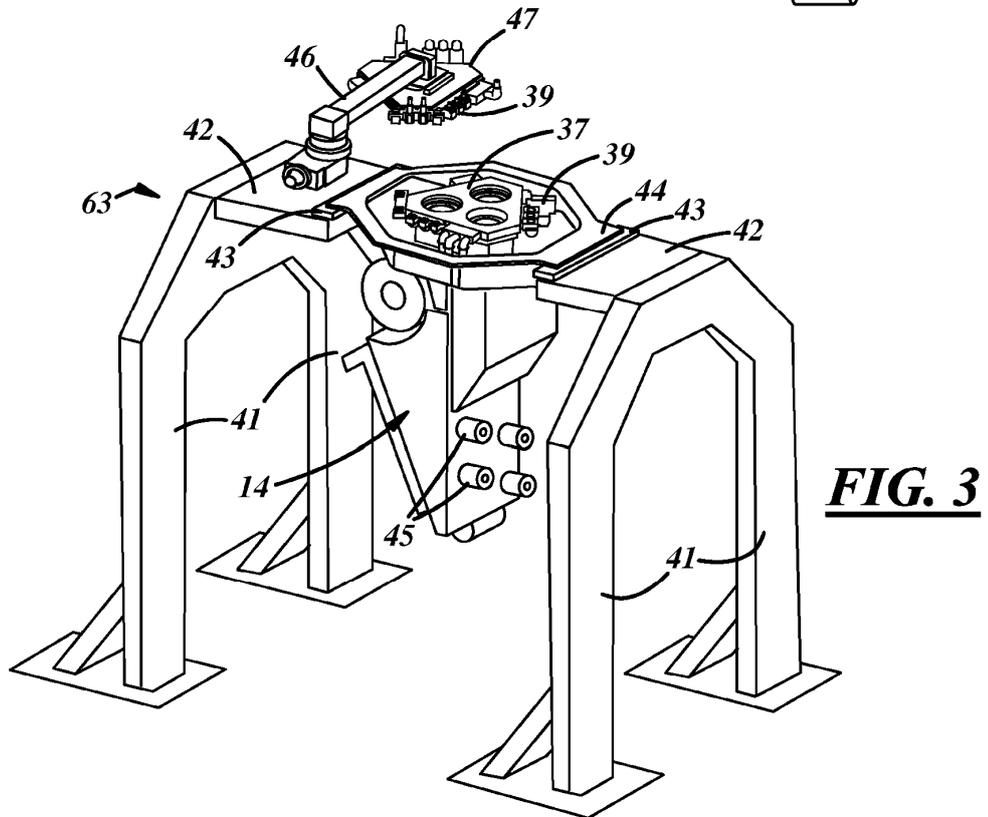


FIG. 3

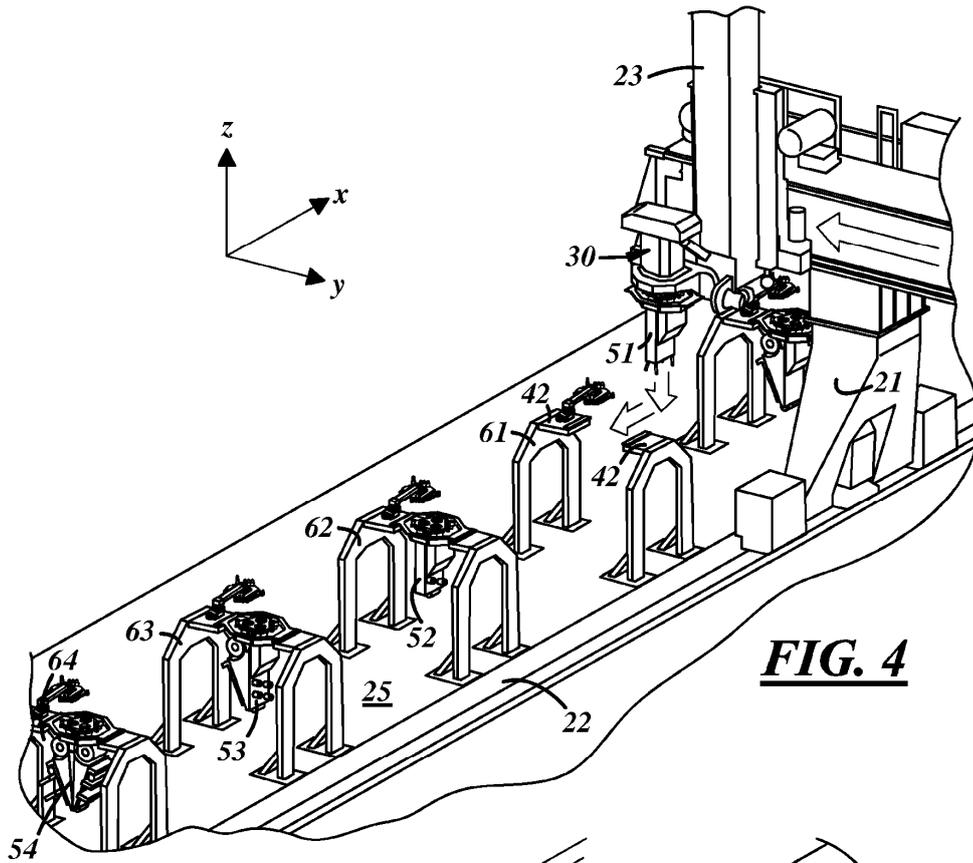


FIG. 4

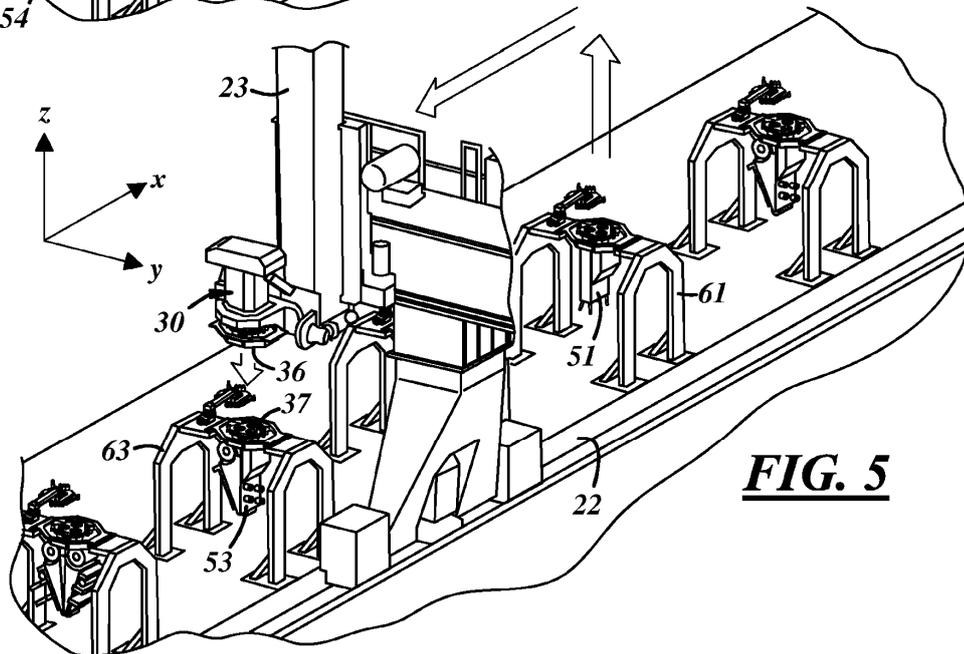
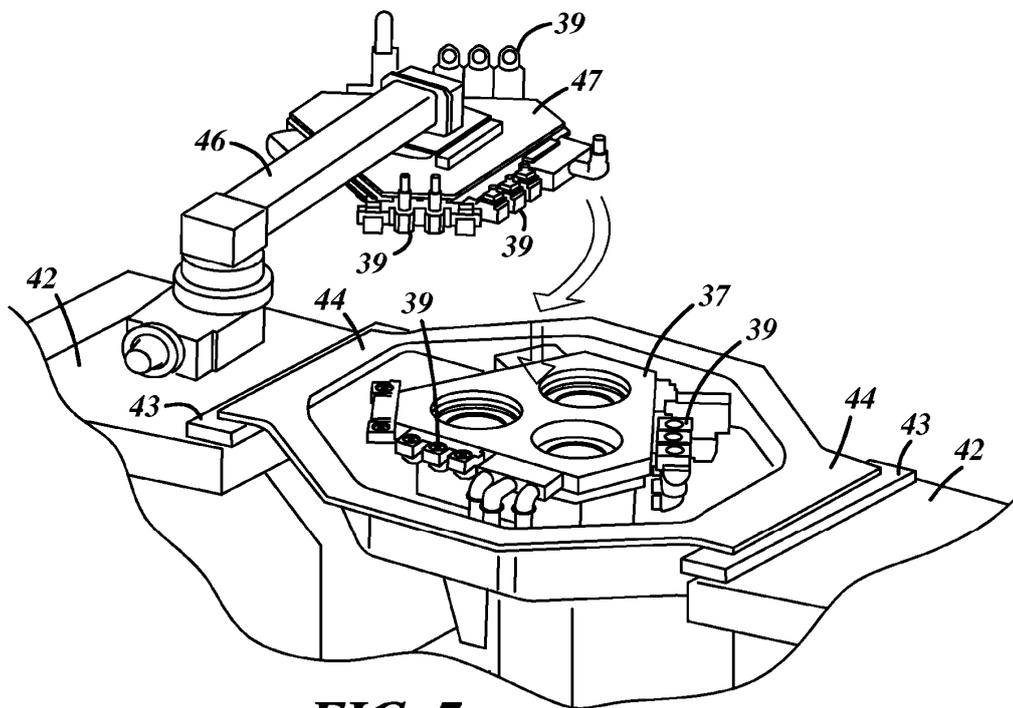
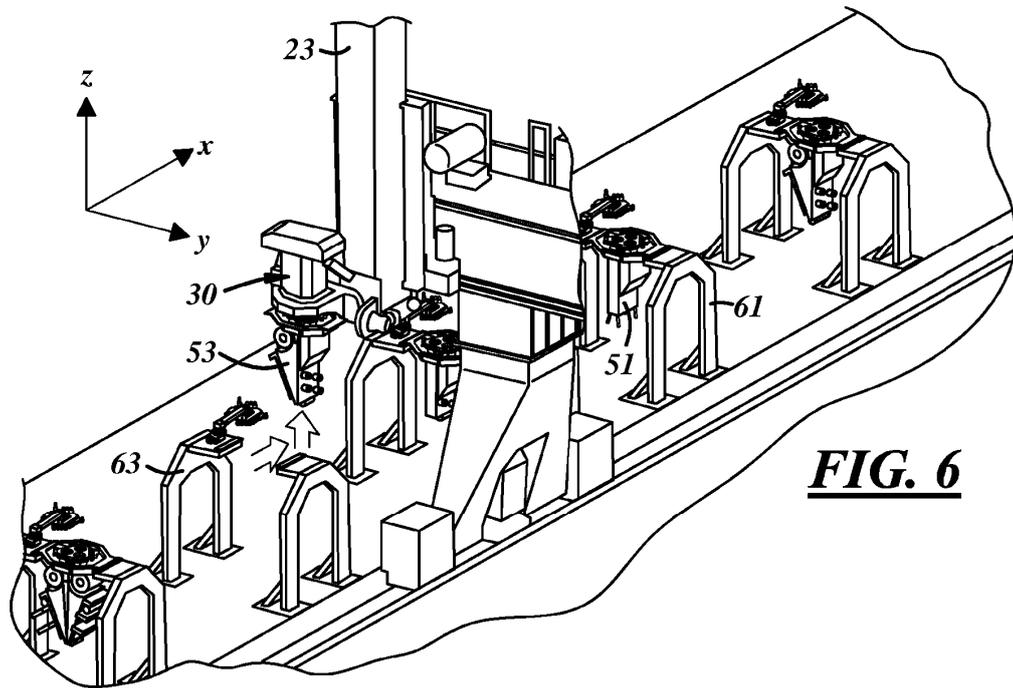


FIG. 5



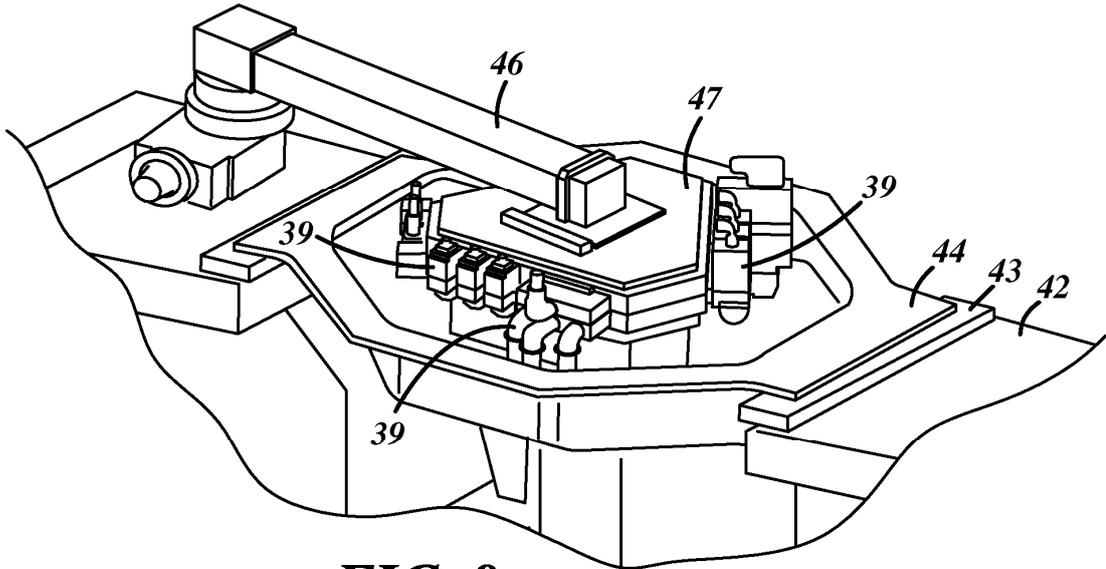


FIG. 8