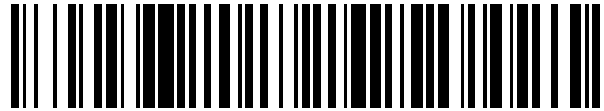


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 004**

51 Int. Cl.:

B24C 1/10 (2006.01)
B24C 11/00 (2006.01)
C21D 7/06 (2006.01)
B24B 1/04 (2006.01)
B24B 31/06 (2006.01)
B24B 31/073 (2006.01)
B23F 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2010 E 10169858 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2015 EP 2436487**

54 Título: **Procedimiento para el granallado y el acabado vibratorio de engranajes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.07.2015

73 Titular/es:
ENGINEERED ABRASIVES, INC. (100.0%)
11631 South Austin Avenue
Alsip, IL 60803, US

72 Inventor/es:
WERN, MICHAEL, J.

74 Agente/Representante:
PONTI SALES, Adelaida

ES 2 541 004 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

Procedimiento para el granallado y el acabado vibratorio de engranajes

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0001] Esta invención se refiere en general a un procedimiento para el tratamiento por chorreado de medios y acabado por granallado de un engranaje metálico según el preámbulo de la reivindicación 1. Tal procedimiento se da a conocer, por ejemplo, en el documento EP 0 995 530. El aparato de sujeción con alimentación eléctrica del documento US 5 272 897 se puede utilizar para los pasos de granallado de la presente descripción.

[0002] El granallado o chorreado de medios se utiliza para aumentar la resistencia a la fatiga de un engranaje, pieza o parte. Los engranajes, tales como los utilizados en las transmisiones de los automóviles, son chorreados con medios con el fin de aumentar su durabilidad superficial y garantizar que resulten adecuados para el desempeño de sus funciones previstas. El documento US 6 612 909 da a conocer un procedimiento para el chorreado de medios de engranajes. US 3 073 022 se refiere a un procedimiento de granallado en dos pasos, en el que unos primeros medios de granallado y subsecuentemente unos segundos medios de granallado se dirigen a la pieza.

[0003] Una pieza tal como un engranaje se coloca en una cámara cerrada, se acciona el sistema de chorreado, gracias a lo cual los medios se mezclan con aire y, después de la mezcla de los medios con una corriente de aire, la mezcla de aire/medios se dirige contra la pieza. Este procedimiento se conoce como granallado.

OBJETOS Y RESUMEN DE LA INVENCION

[0004] Un objeto de la presente invención es reforzar el radio de la base y la cara del diente de engranajes mediante granallado de los engranajes y posterior acabado vibratorio. Los pasos de granallado endurecen los engranajes y aportan rugosidad a las superficies de los engranajes. El acabado después del granallado suaviza las superficies de los engranajes y deja hoyos o hendiduras. Los hoyos o hendiduras ayudan a mantener la retención de aceite sobre las superficies de los engranajes. El procedimiento vibratorio posterior al granallado pretende llevar a Ra superficial hasta una menor Ra (5-25 Ra) que sea económica para las piezas de volumen medio y superior. Los procedimientos de superacabado o similares para llevar la Ra superficial hasta 1 Ra o menor son prohibitivos desde el punto de vista del coste. «Ra» es un estándar internacional de rugosidad. Véase, por ejemplo, la norma ISO (Organización internacional de normalización) 4287.

[0005] Un objeto de la presente invención consiste en dar a conocer un procedimiento de procesamiento de un engranaje metálico que consiste en someter el engranaje a chorreado de medios dirigiendo unos primeros medios (p. ej., segmentos de alambre) contra las superficies expuestas del engranaje con el fin de aumentar la resistencia de la base del engranaje, detener el primer chorreado y someter el engranaje a un segundo chorreado de medios con unos segundos medios (p. ej., esferas de vidrio, cerámica o FINE STEEL™) contra las superficies expuestas del engranaje para conseguir una alta tensión compresiva superficial (KSI) en la cara y la base del diente, proporcionar un recipiente (p. ej., un cuenco), colocar un medio de acabado fino que comprende medios cerámicos en una solución ligeramente ácida en el recipiente con el engranaje, acoplar vibraciones al recipiente con el fin de hacer vibrar el medio de acabado fino con el engranaje, retirar el engranaje del recipiente, lavar el engranaje, y enjuagar el engranaje con inhibidor de corrosión, como consecuencia de todo lo cual se mejoran las propiedades de desgaste del engranaje. El chorreado de medios de engranajes de acuerdo con la presente invención logra un objeto importante, aumentar la resistencia del radio de la base y la superficie de los engranajes. En la presente memoria descriptiva, la tenacidad se describe en términos de «KSI» (kilo-libras[fuerza] por pulgada cuadrada) o 1000 psi (unidades SI correspondientes: 11 Pa o kPa). Las KSI se utilizan a menudo en el ámbito de la ciencia de materiales, ingeniería civil y mecánica para especificar la tensión y el módulo de Young.

[0006] Los objetos anteriores se logran con el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1. Las realizaciones preferentes se detallan en las reivindicaciones dependientes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0007] A continuación se describirá la presente invención a modo de ejemplo haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

[0008] La figura 1 es una vista en alzado frontal de un aparato de chorreado de medios para el tratamiento de un engranaje de acuerdo con la invención;

[0009] La figura 2 es una vista en alzado lateral derecho del aparato de chorreado de medios para el tratamiento de un engranaje de acuerdo con la invención;

[0010] La figura 3 es una vista en planta desde arriba del aparato de chorreado de medios para el tratamiento de un engranaje de acuerdo con la invención;

[0011] La figura 4 es una vista en alzado lateral ampliada, parcial fragmentaria, de una estación de chorreado del aparato de chorreado de medios para el tratamiento de un engranaje de acuerdo con la invención;

[0012] La figura 5 es una vista en sección transversal de un recipiente o cuenco para sumergir el engranaje en el medio de superacabado para tratar el engranaje de acuerdo con la invención;

[0013] La figura 6 es una vista en planta desde arriba de una parte de un cuenco 200 con medios cerámicos y engranajes antes de cerrar el cuenco para el paso de vibración;

[0014] La figura 7 es una vista desde arriba de un recipiente o cuenco para acoplar vibración a un engranaje mientras el engranaje está sumergido en medio de superacabado para el tratamiento del engranaje de acuerdo con la invención;

[0015] La figura 8 es una vista lateral de un cuenco o recipiente de acuerdo con la invención;

[0016] La figura 9 es una vista desde arriba de tres cuencos en una instalación de producción; y

[0017] La figura 10 es una vista lateral de tres cuencos en una instalación de producción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

[0018] Haciendo referencia ahora a los dibujos, la figura 1 muestra una vista frontal de un aparato de chorreado de medios, indicado en general por el número 10. Como se ilustra, el aparato de chorreado de medios 10 incluye un armario o cámara de chorreado 15, en el que una corriente de medios se dirige contra una pieza 20. Tales medios pueden comprender, por ejemplo, segmentos de alambre, esferas de vidrio, esferas de cerámica o esferas de acero refinado. El armario 15 está conectado a una tolva de medios del armario 25 para la recogida de los medios que caen después de colisionar contra la pieza 20. Los medios caídos incluyen piezas rotas de medios que han sido reciclados, así como piezas vírgenes o sin romper. Un conducto 30 conecta la tolva de medios del armario 25 a un sistema de recuperación de medios, indicado en general por el número 35. Como se ilustra mejor en la figura 2, la tolva de medios del armario 25 también está conectada al medio de suministro de aire 40. El medio de suministro de aire 40 proporciona un flujo de aire a la tolva de medios del armario 25, para forzar la subida de los medios caídos recogidos a través del conducto 30 hasta el sistema de recuperación de medios 35.

[0019] Según se ilustra en las figuras 1 y 2, el sistema de recuperación de medios 35 incluye un conducto 45 para el transporte de los medios recogidos hasta el medio de separación 50. El medio de separación 50 es un sistema de dos plataformas que comprende un tamiz superior 55 y un tamiz inferior 60. En una forma de realización preferente de la presente invención, el tamiz superior tiene un tamaño de malla de entre 20 y 40 y el tamiz inferior tiene un tamaño de malla de entre 170 y 200. El medio de separación 50 separa en general los medios caídos en medios sin romper o en medios rotos de tamaño suficientemente grande como para ser reciclados para su uso en la operación de chorreado y finos o polvo que no se pueden volver a utilizar. Las pantallas separadoras 55 y 60 están vibrando constantemente para aumentar la eficiencia de la separación.

[0020] El sistema de recuperación de medios 35 también incluye un conducto 65. El conducto 65 está conectado a un sistema de filtro 70 y a un sistema de motor soplante 75. En la realización que se prefiera, el sistema de motor soplante 75 incluye un silenciador de soplador 77 para la reducción del ruido. El sistema de motor soplante 75 aspira aire desde el conducto 65, creando una corriente hacia arriba en el conducto 45 que extrae los finos/medios no reutilizables del medio de separación 50 por el conducto 45 hasta el conducto 65 y hasta el sistema de filtro 70. El sistema de filtro 70 está conectado a un colector de polvo 80 para la recogida de los finos y los medios rotos. Estos se recogen en un tambor 85 que se retira y vacía periódicamente. En una realización preferente, el tambor 85 está adaptado para retirarse y vaciarse. Por ejemplo, el tambor 85 puede estar acoplado a una plataforma rodante.

[0021] Como se ilustra en la figura 1, el medio de separación 50 está conectado a una cámara de presión doble 90 a través de un conducto 95. Entre la tolva de medios del armario 25 y la cámara de presión 90 se crea un camino de medios. En una realización preferente, la cámara de presión doble se mantiene entre 482,63 y 551,58 kPa (70 y 80 psi). El conducto 95 proporciona el medio reutilizable reclamado a la cámara de presión doble 90, donde los medios

recuperados y reutilizables se mezclan con los medios virgen. En una realización preferente, los medios recuperados son de malla superior a 100 mallas y los medios virgen son de un tamaño de malla de entre 60 a 100 y preferiblemente de entre 60 y 80. Como se dijo anteriormente, en la presente invención, los medios pueden comprender vidrio, cerámica o esferas de acero finas. Los medios vírgenes se suministran a la cámara de presión
 5 doble 90 a través de una pluralidad de válvulas de suministro de medios 97. La cámara de presión doble 90 también está acoplada a un monitor del sensor de medios 100 para controlar automáticamente el suministro de los medios virgen. El suministro de los medios virgen se controla para asegurar un granallado adecuado de la pieza. Específicamente, se controla el suministro de los medios virgen para asegurar que se aplica un esfuerzo de compresión adecuado a la pieza 20 de modo que se obtenga una resistencia a la fatiga suficientemente alta.

10 **[0022]** De forma ventajosa, la cámara de presión doble 90 también incluye una válvula dosificadora de medios de encendido/apagado automático 105. Esta válvula 105 regula el suministro de la mezcla de medios virgen/reciclados a un punto de mezcla de aire/medios, donde los medios son suspendidos en el aire. Una válvula de aire automática 110 va acoplada a la cámara de presión doble 90 para suspender los medios en el aire en el punto de mezcla de
 15 aire/medios y luego transmitir los medios suspendidos al armario de chorreado 15 a través de mangueras de chorreado 115.

[0023] La válvula dosificadora de medios de encendido/apagado automático 105 de la presente invención permite un mejor control del caudal de medios, ya que el suministro de medios y el suministro de aire pueden ser controlados
 20 por separado. La presencia de la válvula dosificadora de medios de encendido/apagado automático 105 de la presente invención se hace posible gracias al uso de un sistema de chorreado a presión, en lugar de un sistema de tipo succión, para suministrar los medios. En un sistema de tipo succión, la fuerza de succión se basa en el arrastre de medios desde un suministro de medios a través de una manguera de suministro de medios hasta a la pistola de succión. La presencia de una válvula dosificadora 105 en un sistema de aspiración, sin embargo, reduciría la caída
 25 de presión de la manguera de suministro de medios causando una reducción en la fuerza de succión. La fuerza de succión reducida, a su vez, interferiría con la entrega de los medios. El presente sistema, por otra parte, es un sistema impulsado por la presión de manera que la presión positiva puede depender del empuje de los medios a través de la válvula dosificadora de medios 105 hasta el punto de mezcla de medios.

30 **[0024]** Una ventaja adicional del sistema presurizado es que ayuda a asegurar que se obtiene una velocidad de medios adecuada. Como se mencionó anteriormente, la velocidad de los medios es un importante parámetro de control para asegurar que se proporciona una tensión compresiva suficiente a una pieza 20. El sistema presurizado ayuda a asegurar la velocidad adecuada de los medios mediante el control del caudal y a través del posicionamiento del punto de mezcla de aire/medios. El caudal de los medios se controla a través de la válvula dosificadora de
 35 medios 105. El punto de mezcla de aire/medios se encuentra lo suficientemente lejos de la manguera de chorreado de modo que los medios tienen tiempo para desarrollar una velocidad deseada o adecuada.

[0025] Ahora describiremos una estación de chorreado 120 dentro del armario 15 de chorreado. Como se ilustra en la figura 4, la pieza 20 que se va a procesar, es decir, chorreada con medios, va montada en un soporte de
 40 piezas 125. Preferentemente, el soporte de piezas 125 se ha templado. La pieza 20 se mantiene en una posición predeterminada mediante un aparato de retención de piezas accionado 130. Este aparato 130 proporciona una sujeción variable, compensada y amortiguada para mantener la pieza 20 en la posición predeterminada durante el chorreado de medios. El dispositivo es muy importante para facilitar un procesamiento de piezas en cantidades de alto volumen. Esto es especialmente importante para piezas tales como engranajes que tienden a girar cuando se
 45 granallan, ya que el dispositivo de sujeción impide el libre giro de las piezas. El dispositivo de retención también gira las piezas de manera controlada a una velocidad deseada. El giro del aparato de retención accionado 130 se proporciona a través de un eje giratorio 135.

[0026] Unas varillas endurecidas 140, preferiblemente de acero, proporcionan un sistema de apoyo a un conjunto de pistola-bastidor 145. El conjunto de pistola-bastidor 145 tiene un soporte para boquilla 150. Una boquilla de
 50 chorreado 155, a la que van conectadas las mangueras de chorreado 115, se acopla al soporte para boquilla 150. La boquilla de chorreado 155 dirige una corriente de medios, suspendidos en el aire, contra la superficie de la pieza 20. Preferiblemente, la boquilla de chorreado se coloca entre aproximadamente 10,16 y 20,32 cm (de cuatro a ocho pulgadas) de distancia de la pieza 20. Aunque en la figura 4 solo se ilustra una boquilla de chorreado, los expertos
 55 en la técnica deben entender que se podrían utilizar diversas boquillas 155. En una realización preferente de la presente invención, esas cuatro boquillas de chorreado 155 están situadas en el armario de chorreado 15, como se muestra en la figura. 3. El armario de chorreado 15, que contiene el aparato de retención de piezas 130 y el aparato de chorreado también se proporciona con una puerta 160 para la instalación de una nueva pieza 20.

60 **[0027]** A continuación se describe el funcionamiento del presente dispositivo de chorreado de medios. Después de colocar un engranaje 20 en el aparato de retención de piezas 130, se cierra la puerta 160. Una corriente de medios

suspendidos en el aire se dirige luego contra el engranaje 20 por la boquilla de chorreado 155. Mientras se chorrean los medios, el aparato de retención de piezas accionado 130 gira el engranaje de forma controlada. Este giro controlado asegura el granallado uniforme de la superficie del engranaje 20 y evita el uso de una corriente de alta direccionalidad de los medios, por lo que evita la necesidad de usar medios con apoyo de agua.

5

[0028] El aparato retención de piezas accionado gira preferentemente a entre 8-12 rpm. No obstante, se ha observado que una velocidad de giro de 10-12 rpm es particularmente eficaz para el tratamiento de engranajes. La velocidad de giro puede relacionarse con el grado de granallado requerido y con la uniformidad de la formación de hoyos en la superficie resultante. Un giro lento controlado permite un granallado uniforme con la formación uniforme de pequeños hoyos y evita que el flujo de medios golpee la superficie de manera desigual, lo que resultaría en hendiduras que podrían actuar como precursores de roturas. El giro controlado asegura que los medios, por ejemplo, segmentos de alambre, granos de cerámica, granos finos de acero o esferas de vidrio, se dirijan hacia la base y la cara del engranaje durante el curso de giro. Al asegurar un granallado uniforme, se mejoran las características operativas del engranaje 20.

15

[0029] En una realización, se chorrea un caudal de masa de medios más pequeño a mayor velocidad y durante más tiempo que en los procedimientos de la técnica anterior. El caudal preferente depende del tipo y tamaño de material utilizado, así como la determinada aplicación en cuestión. Para el tratamiento de engranajes, hemos encontrado que es eficaz un caudal de medios de aproximadamente 0,68-1,36 kg/minuto (1,5-3 libras/minuto). Por supuesto, se podrían usar otros caudales, según los resultados deseados. Se vio que este caudal era eficaz con medios de vidrio, cerámicos y medios finos de acero de tamaño de malla del rango de 50-100. En una realización preferente de la presente invención, sin embargo, se utilizan medios de vidrio de malla 60-100. Cuando se utilizaron los medios de vidrio de malla 60-100 para tratar ciertos engranajes, incluidos los obtenidos usando acero 8620, se observó una marcada mejora en las características operativas de tales engranajes. La elección de los medios para utilizar depende de la aplicación y de la rentabilidad relativa. Los medios de cerámica y acero duran más que el vidrio; sin embargo, son más caros.

[0030] Después de que los medios choquen con el engranaje 20 caen en la tolva de medios del armario 25 y luego se transportan al sistema de recuperación 35. Los medios reutilizables se separan de los finos y del polvo y se devuelven a la estación de chorreado 120 después de mezclarlos con los medios virgen. Dicha mezcla reduce el desperdicio de medios. La reutilización de medios parcialmente rotos también mejora el efecto de pulido sobre el engranaje 20.

[0031] Se ha observado que se pueden conseguir resultados satisfactorios utilizando medios de vidrio para tratar por chorreado ciertos engranajes, incluidos los fabricados con ciertos metales como el acero 8620; los engranajes fabricados con otros materiales como acero 5130 m no han mostrado resultados deseables al usar medios de vidrio. En general, se ha constatado que el tratamiento por chorreado con medios cerámicos de la invención resulta eficaz con una amplia variedad de tipos de engranajes hechos de una variedad de metales. En el procedimiento se puede utilizar una serie de cerámicas de óxido, tal como, por ejemplo, ZrO₂, Al₂O₃, SiO₂, MgO, etc. Los medios preferentes incluye una zirconia cristalina encerrada de manera uniforme en una fase vítrea de sílice. Tales medios se venden bajo el nombre comercial ZIRBLAST™ y ZIRSHOT™ por SEPR Co de Paris le Defense, Francia.

[0032] De forma sorprendente, se ha descubierto que el tratamiento por chorreado utilizando medios cerámicos produce resultados significativamente mejores que el tratamiento por chorreado utilizando vidrio para ciertos engranajes metálicos, por ejemplo, en la obtención de una mejor resistencia a la corrosión por picadura de superficies de los dientes del engranaje, así como una mejor resistencia en el radio de la base del diente del engranaje con respecto a los procedimientos anteriores. Para tales aplicaciones de engranajes, se ha descubierto que los medios cerámicos de entre 40 a 100 de malla virgen, un caudal de entre 0,45 a 11,34 kg/minuto (de 1 a 25 libras por minuto), un tiempo de ciclo de entre 15 y 180 segundos, una presión de entre 241,32 y 620,53 kPa (35 y 90 psi), una velocidad de rotación del engranaje de entre 5-25 rpm aproximadamente y una intensidad Almen de entre 15 y 28 n son eficaces en el tratamiento de engranajes. Se han observado resultados superiores en tales engranajes bajo condiciones de procesamiento preferentes que incluyen un pequeño caudal másico de entre 0,45 y 1,36 kg (1 a 3 libras por minuto), una presión de entre 482,63 y 551,58 kPa (70 y 80 psi), un tiempo de ciclo de entre 15 segundos y 120 segundos, una velocidad de rotación del engranaje de entre 8-12 rpm aproximadamente, un diámetro de los medios de entre 0,210 mm y 0,150 mm aproximadamente de malla. Preferentemente, ya que los medios cerámicos son relativamente caros, se recogen después del chorreado del engranaje y se reciclan añadiéndolos a medios vírgenes de tal manera que, después de la puesta en marcha inicial del sistema, se utilice una mezcla de medios que incluya medios reciclados y vírgenes. En este procedimiento preferente, se utiliza un tamiz de 170-200 de malla como tamiz inferior en los medios de separación del sistema de recuperación de medios para excluir fragmentos de medios pequeños de la mezcla de medios reciclados.

60

[0033] En una forma de realización adicional de la invención, se ilustra un procedimiento de tratamiento de un engranaje metálico con una corriente de chorro de medios metálicos finos utilizando el aparato descrito anteriormente. El procedimiento preferente incluye un caudal de medios entre 0,45 y 1,81 kg/minuto (1 y 4 libras/minuto) aproximadamente, un diámetro de los medios de entre 150 y 200 micras aproximadamente, una presión de entre 482,63 y 551,58 kPa (70 y 80 psi), un intervalo de Almen de entre 18 y 26 N aproximadamente. Preferiblemente, los medios de acero refinado se recogerán después del chorreado del engranaje para reciclarlos.

[0034] Como los medios de bolas de acero tienen una duración significativamente más larga que los medios cerámicos o de vidrio, solo es necesario añadir al aparato muy pocos medios vírgenes. Esto se traduce en una reducción significativa en los requisitos de seguimiento y mantenimiento, así como en la cantidad de medios utilizados para el tratamiento en masa con éxito de engranajes. Los engranajes metálicos tratados de esta manera habitualmente tienen menos hoyos y menos definidos en su estructura superficial que los tratados por chorreado de medios descritos en este documento usando vidrio o medios cerámicos. Por otra parte, los engranajes tratados de esta forma muestran una resistencia a la fatiga menor que los tratados con medios de vidrio y cerámicos aquí descritos. Sin embargo, en las pruebas de dinamómetro, los medios de acero fino superaron las 70 horas de uso continuo antes de fallar, lo que supera significativamente el resultado de 40 horas antes de fallar esperado en los engranajes revestidos. Debido a los menores costes de mantenimiento, supervisión y de los medios, el procedimiento con acero fino aquí descrito es un procedimiento de bajo coste que ofrece resultados superiores al granallado convencional de engranajes. El granallado con medios de acero fino es suficiente para muchos engranajes que presentan buena resistencia de la superficie a la corrosión por picadura. Cuando se observa un grado mucho mayor de la corrosión por picadura durante la prueba de dinamómetro de engranajes, se prefiere el tratamiento por chorreado con medios cerámicos.

[0035] Usando el aparato de tratamiento de chorreado de cerámica que se describe en el presente documento, se producen engranajes con un paso de procedimiento de granallado doble como sigue. Los engranajes se chorrean dirigiendo el primer medio (por ejemplo, alambre de corte) contra las superficies expuestas del engranaje. El paso de chorro de medios (granallado) con el primer medio hace que la base de los dientes sea más resistente. Después del chorreado con el primer medio, el engranaje se chorrea con un segundo medio (esferas de vidrio, cerámica o acero fino) contra las superficies expuestas del engranaje. El paso de chorro de medios (granallado) con el segundo medio hace que la superficie de engranaje sea más resistente y deja la superficie algo rugosa. La superficie rugosa tiene hoyos o hendiduras resultantes del chorreado con, por ejemplo, medios de entre 150 y 200 micras aproximadamente. Este chorreado provoca hoyos o hendiduras menores de 150 micras y típicamente inferiores a 75 micras. Estas pequeñas hendiduras proporcionan una alta tensión compresiva y facilitan la retención de aceite en la superficie del engranaje durante el uso del mismo. El acabado subsiguiente reduce el tamaño de los hoyos o hendiduras pero conserva las ventajas la alta tensión compresiva y la retención del aceite en la superficie de engranaje.

[0036] Después del doble granallado el engranaje 201 se transfiere a un cuenco 200 que contiene un medio de acabado fino 212. El cuenco 200 se representa en la figura 5 (los engranajes 201 están presentes en el medio de acabado fino 212 pero los engranajes 201 no se muestran en la figura 5). El cuenco 200 tiene una salida 202, una entrada 204, laterales 206, una parte superior 208 y una parte inferior 210. Se proporciona un medio ácido húmedo de acabado 212 en cantidad suficiente para humedecer los engranajes 201 y los medios cerámicos 212. La figura 6 es una foto de una porción de un cuenco 200 con medios cerámicos 212 y los engranajes 201 antes de cerrar el cuenco 200 para el paso de vibración. El tamaño relativo del engranaje 201 y los medios cerámicos 212 que se muestran son solo un ejemplo de un engranaje 201 y medios cerámicos 212. Típicamente los medios cerámicos son más pequeños de lo que se muestra en la figura 6. Es decir, el tamaño relativo de los medios cerámicos 212 y los engranajes 201 es tal que los medios 212 son lo suficientemente pequeños como para caber en el espacio entre los dientes de engranaje durante el acabado fino (vibración) y aplicar un acabado fino a las superficies de engranaje. La vibración del cuenco 200 está acoplada al cuenco 200 a través de acoplador de vibración 214. El medio de acabado fino 212 se compone de una mezcla de medios cerámicos con una solución ligeramente ácida. La figura 7 muestra una sección de la instalación de producción con tres cuencos 200 cubiertos. Las figuras 8-10 son dibujos de los cuencos en una planta de producción. Cada cuenco se apoya en el suelo mediante tres muelles (se pueden utilizar más o menos muelles). Como se ve en la figura 7 los tres cuencos 200 están cubiertos para reducir el ruido, etc. El cuenco 200 está fabricado típicamente en acero y tiene un forro de poliuretano que acopla las vibraciones al medio. Como se observa en, por ejemplo la figura 6, el interior del cuenco 200 tiene un canal 250 que se extiende alrededor de toda la periferia interior del cuenco 200. La porción central del cuenco tiene forma de cilindro (ver la pared exterior del cilindro en 300 en la figura 6) con la pared periférica exterior 400 separada de la pared del cilindro 300 por un canal 250. Se proporciona una abertura con una cubierta desmontable en el lateral del cuenco 200 para permitir retirar el contenido. El interior del canal 250 tiene una forma peraltada de modo que cuando las vibraciones se acoplan al cuenco, el contenido se mueve a lo largo del canal en un flujo circular. Se pueden aplicar otras formas de canal a la pared del canal o en el suelo para mover el contenido de manera circular. Este movimiento mejora la

mezcla del contenido mediante el cual todas las superficies de los engranajes 201 están expuestas y sujetas a la acción de alisado de los medios 212 en el canal 250 con los engranajes 201.

[0037] El engranaje se humedece con el medio de acabado fino en el cuenco y las vibraciones se acoplan a la 5 taza para que el medio de superacabado vibre con el engranaje humedecido en el mismo. La vibración continúa durante un tiempo suficiente para conseguir un engranaje con un acabado de 5-25 Ra. Durante la vibración (acabado fino) se puede añadir agua adicional y/o medio de acabado fino a través de una o más entradas 204. El exceso de medio de acabado fino, agua, etc., se puede retirar por la salida 202. El acabado fino continúa para alisar las superficies del engranaje (pieza) dejando suficientes hoyos, hendiduras, etc., para mejorar la retención del aceite 10 en la superficie del engranaje. No es deseable obtener un acabado de cero Ra ya que deja un acabado completamente liso sin hoyos, hendiduras, etc. superficiales que mejoren la retención del aceite. Se cree que los hoyos proporcionan lugares en los que se puede acumular y retener el aceite durante el funcionamiento del engranaje de forma que una cantidad de lubricación se combina con la lisura de los engranajes para alargar la vida útil del engranaje. Se ha descubierto que el acabado fino a un intervalo deseado de 5-25 Ra después del doble 15 granallado expuesto anteriormente alarga significativamente la vida útil de los engranajes. Después aplicar el acabado fino, el engranaje se retira del cuenco, se lava y se enjuaga. El engranaje se trata con inhibidor de herrumbre en una etapa final para obtener un engranaje con propiedades de desgaste mejoradas.

[0038] En una realización no de acuerdo con la invención, los engranajes reciben un acabado fino en un cuenco 20 sin adición de medio líquido (es decir, con medio de acabado seco fino). Los engranajes reciben en efecto un acabado fino mientras están secos y en presencia de material de desgaste que alisa la superficie del engranaje, pero el material de desgaste no está en forma líquida. Al acoplar las vibraciones al cuenco a fin de hacer vibrar el medio de acabado fino con el engranaje, se reduce el tamaño de las hendiduras en las superficies del engranaje haciendo posible que se conserven las ventajas de tensión compresiva y la retención del aceite en la superficie de 25 engranaje. La superficie resultante después del acabado tiene lisura como se ha expuesto anteriormente con indentaciones resultantes del granallado y que se han reducido, pero sin desaparecer por completo después del acabado.

[0039] Los pasos de granallado con medios producen un engranaje con una tensión compresiva residual en el 30 radio de la base del engranaje de al menos 551,58 MPa (80 KSI) y en la superficie del engranaje de al menos 551,58 MPa (80 KSI). A profundidades de 12,7, 25,4 y 50,8 micras (0,0005, 0,001 y 0,002 pulgadas) las tensiones compresivas residuales serán típicamente de al menos 689,48 MPa (100 KSI). Usando los parámetros del procedimiento que se ha expuesto anteriormente, los engranajes se producen con una tensión compresiva residual en el radio de la base del engranaje de al menos 689,48 MPa (100 KSI) con valores típicos de al menos 896,32 MPa 35 (130 KSI) a una profundidad de 0 cm (0,000 pulgadas) (superficie), 1,21 kPa a 12,7 micras (175 KSI a 0,0005 pulgadas), 1,379 kPa a 25,4 micras (200 KSI a 0,001 pulgadas) y 1,55 kPa a 0,51 mm (225 KSI a 0,020 pulgadas).

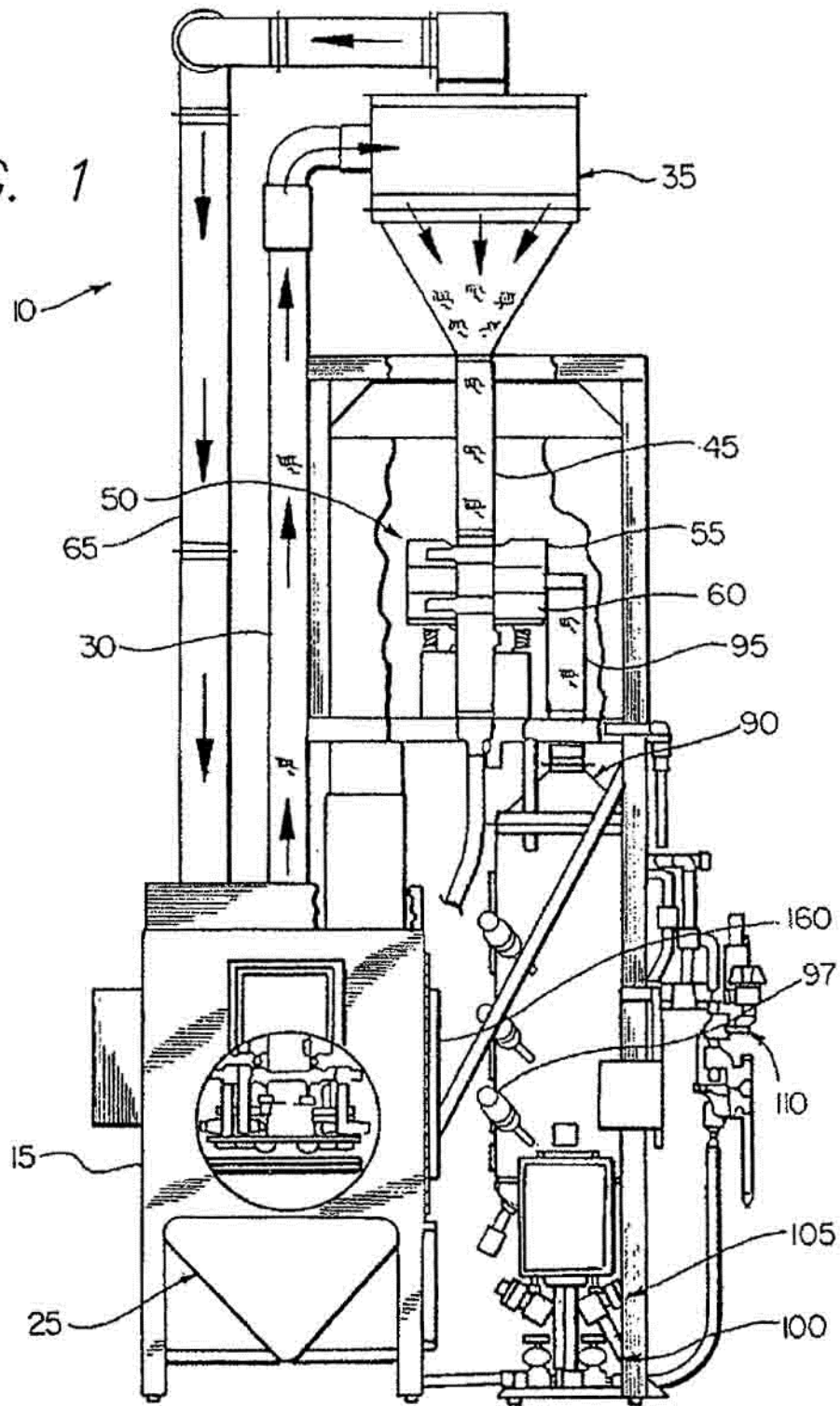
[0040] Para engranajes tratados por el procedimiento preferente anteriormente expuesto con dos pasos de 40 chorreado de medios seguido de un acabado fino, las pruebas finales confirman que los engranajes tratados de esta forma exhiben unas prestaciones superiores en relación con los engranajes no tratados con este procedimiento de tres pasos. Se ha descubierto que los engranajes tratados con este procedimiento preferente exhiben resistencia a la fatiga superior si se ha realizado adecuadamente con poca evidencia de desgaste durante cientos de horas en las pruebas. En contraste, se puede esperar que los engranajes tratados por procedimientos convencionales fallen en tan solo 20 horas en las pruebas de dinamómetro. 45

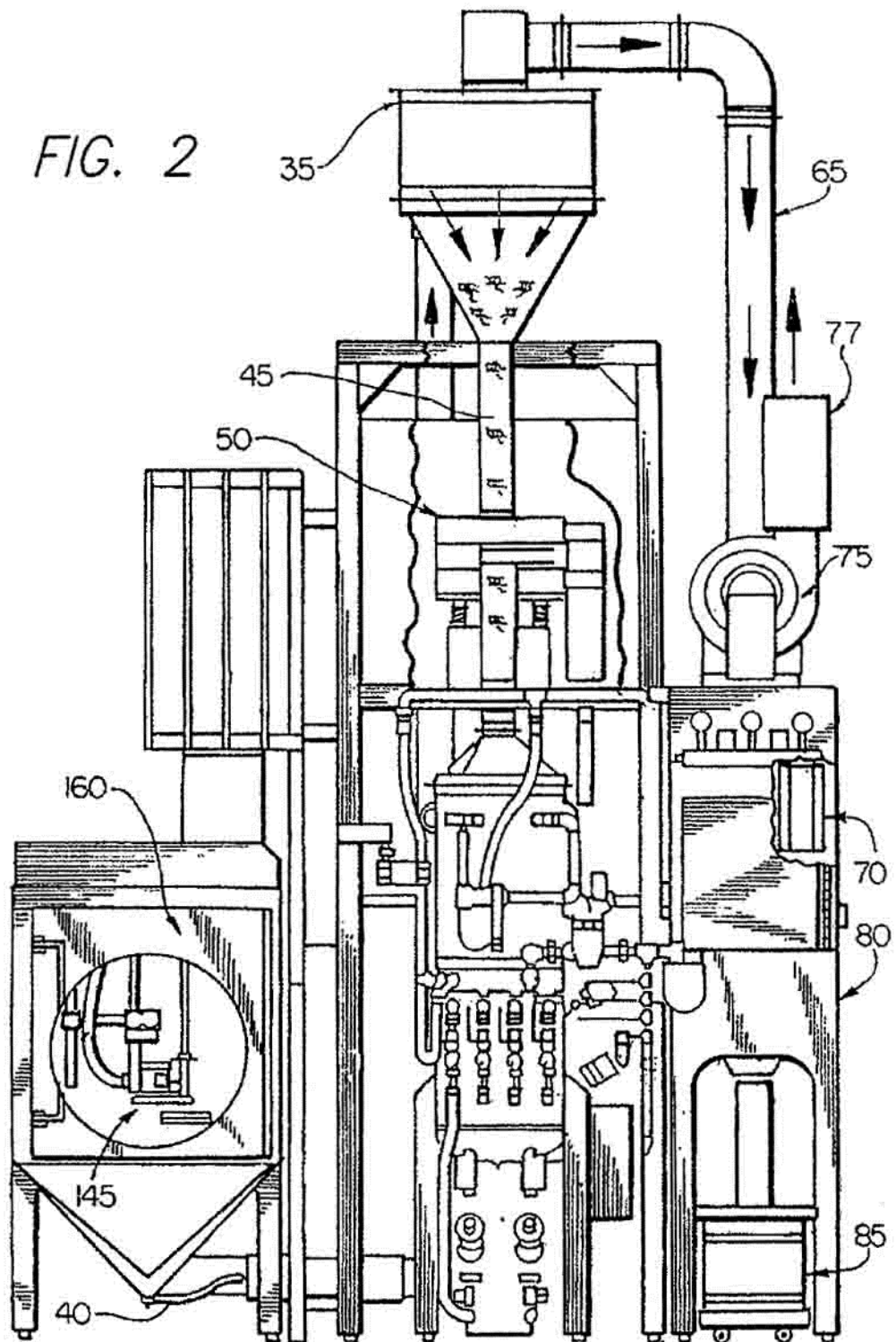
[0041] Mientras que el procedimiento de tratamiento de chorreo de medios para los engranajes aquí es expuesto con respecto a un aparato de sujeción, se contempla que también se puedan usar otros soportes de piezas 50 convencionales y aparatos de chorreado con los pasos descritos en este documento. El procedimiento descrito anteriormente reconoce que en la mayoría de los casos los engranajes necesitan granallado de acero en la base del engranaje para prevenir la fatiga de flexión en el radio de la base.

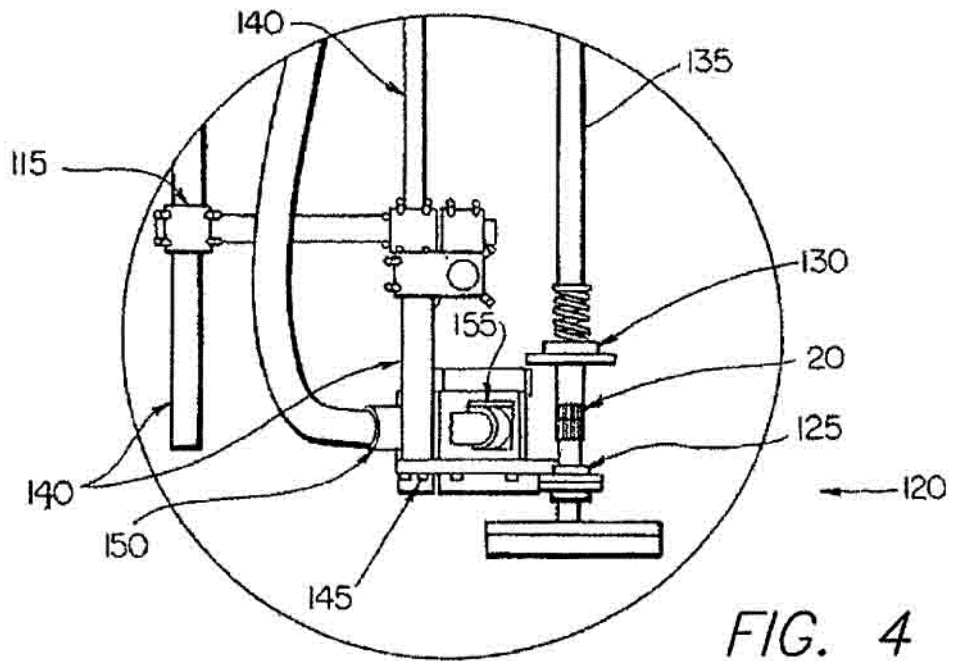
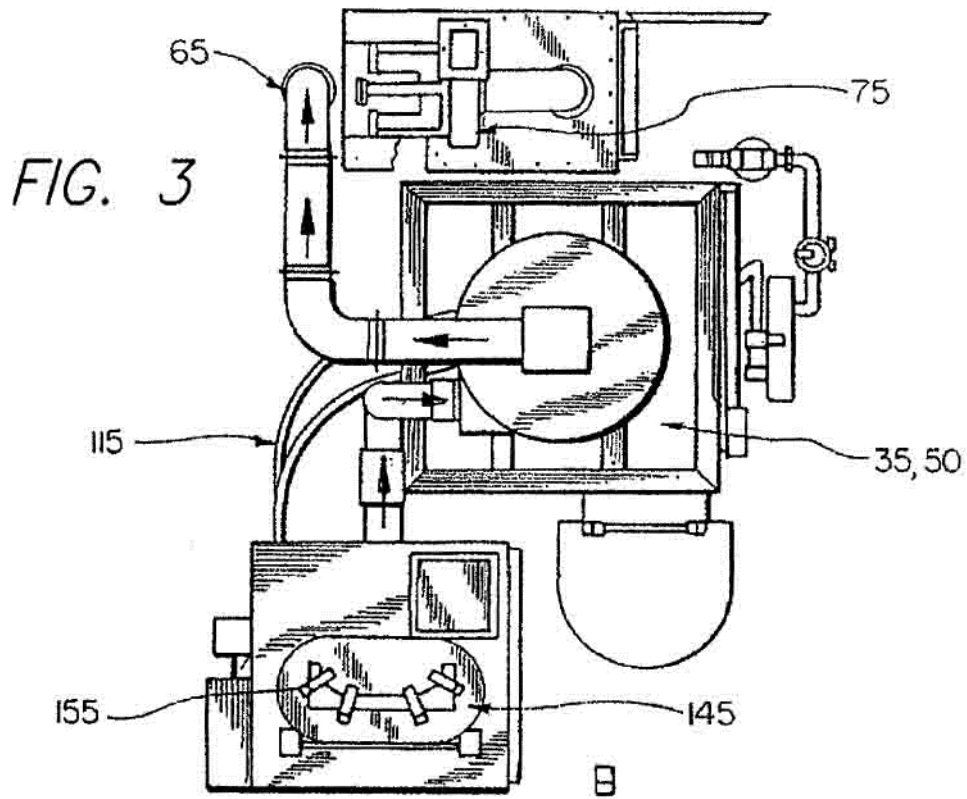
REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de procesamiento de un engranaje metálico 20, 201 que comprende
5 proporcionar un engranaje 20, 201,
dirigir unos primeros medios de granallado al engranaje metálico 20, 201, exponiendo de esta manera una pluralidad de superficies sobre el engranaje metálico 20, 201 a los primeros medios de granallado, gracias a lo cual se mejoran las propiedades de desgaste y resistencia de las bases de los dientes del engranaje,
10 lavar el engranaje 20, 201, y
enjuagar el engranaje 20, 201 con inhibidor de corrosión
15 **caracterizado por**, antes del lavado y enjuague:
dirigir unos segundos medios de granallado al engranaje metálico 20, 201, exponiendo de esta manera una pluralidad de superficies sobre el engranaje metálico 20, 201 a los segundos medios de granallado, gracias a lo cual se mejora la tensión compresiva superficial de la superficie del engranaje 20, 201,
20 proporcionar un recipiente de acabado fino vibratorio (200),
colocar un medio de acabado fino (212) que comprende medios cerámicos en una solución ligeramente ácida en el recipiente de acabado fino vibratorio,
25 colocar el engranaje 20, 201 con el medio de acabado fino en el recipiente de acabado fino vibratorio (200),
acoplar vibraciones al recipiente de acabado fino vibratorio para hacer vibrar el medio de acabado fino (212) con el engranaje 20, 201, y
30 retirar el engranaje 20, 201 del recipiente de acabado fino vibratorio (200) después de lograr un acabado fino del engranaje 20, 201 de entre 5 y 25 Ra.
2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el recipiente es un cuenco de acero
35 revestido de poliuretano (200).
3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los primeros medios de granallado comprende segmentos de alambre.
- 40 4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los segundos medios de granallado comprende uno de entre esferas de vidrio, esferas de cerámica y esferas de acero refinado.
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que los medios de granallado tienen un diámetro de menos de 250 μm .
45
6. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 en el que los primeros medios de granallado comprende medios cerámicos que se dirigen hacia el engranaje metálico 20, 201 a una presión comprendida entre 172,37 kPa (25 psi) y 620,53 kPa (90 psi) y en el que los medios cerámicos tienen un diámetro comprendido entre 0,210 mm y 0,150 mm cuando se añaden como medios vírgenes.
50
7. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los segundos medios de granallado tienen un tamaño comprendido entre 150 a 200 μm .

FIG. 1







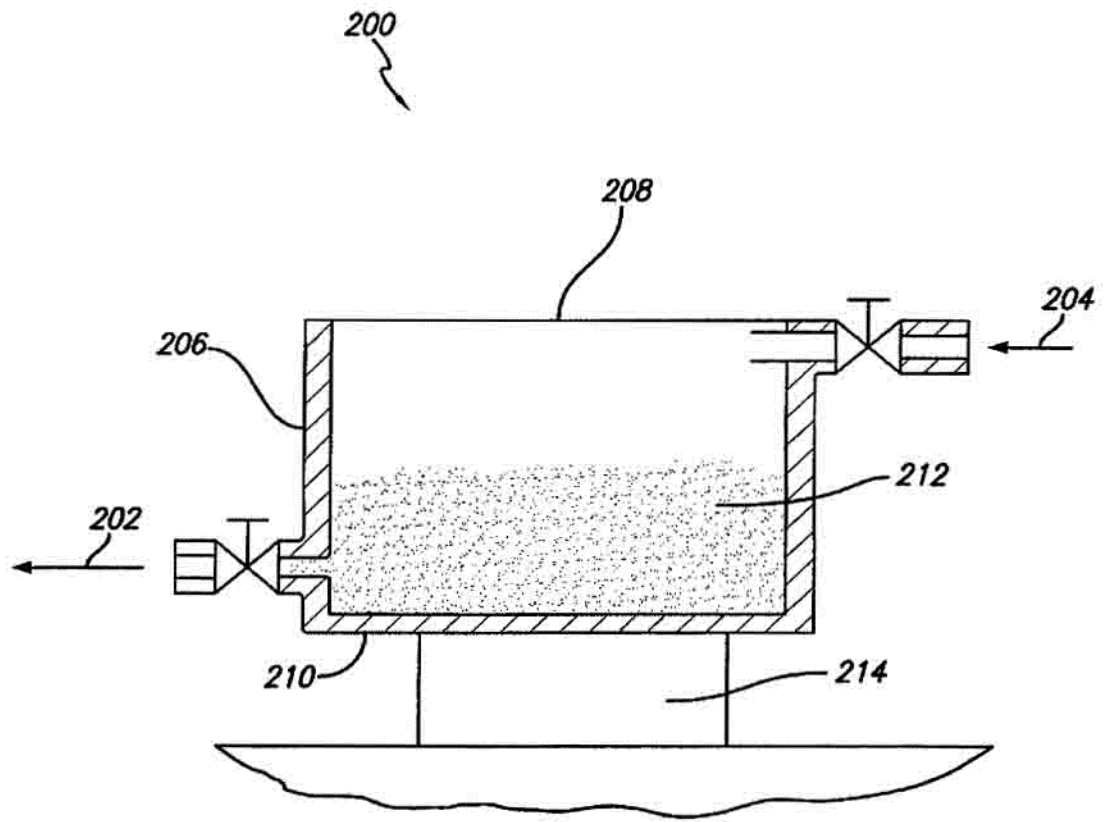
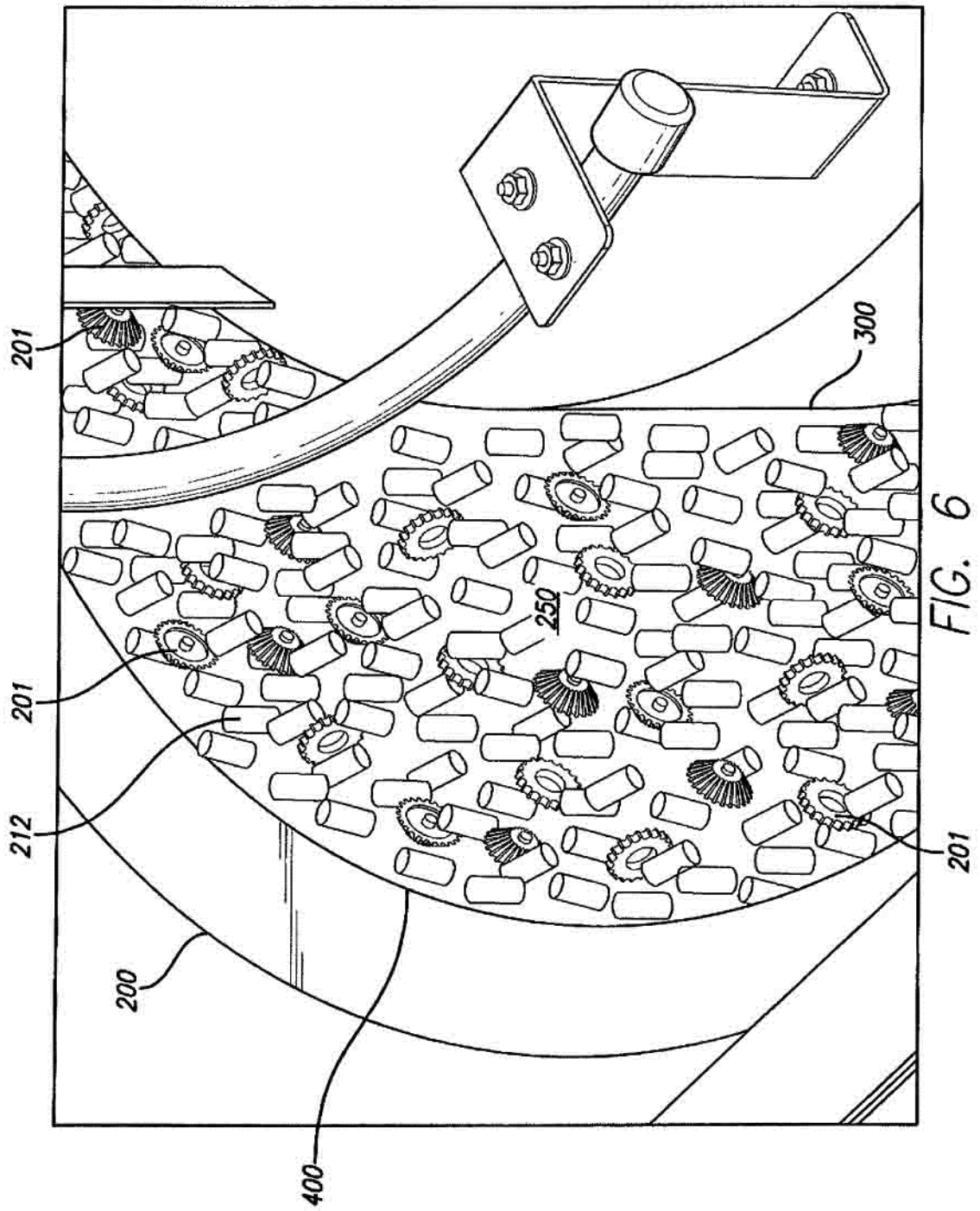


FIG. 5



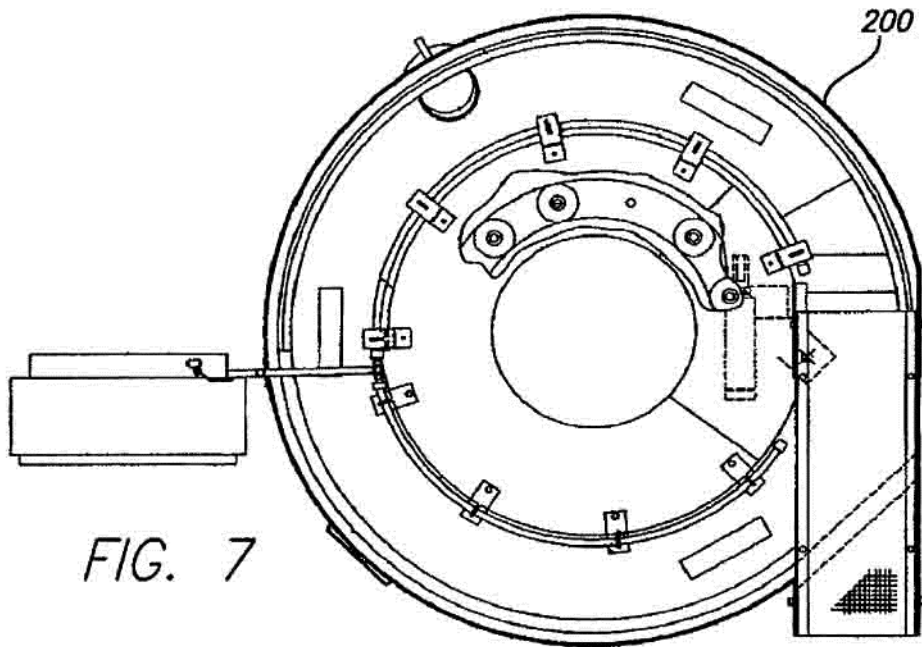


FIG. 7

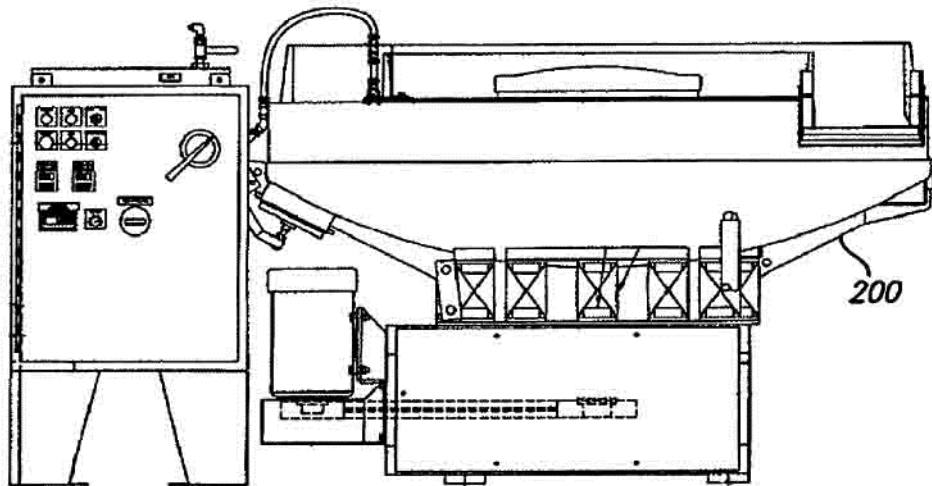


FIG. 8

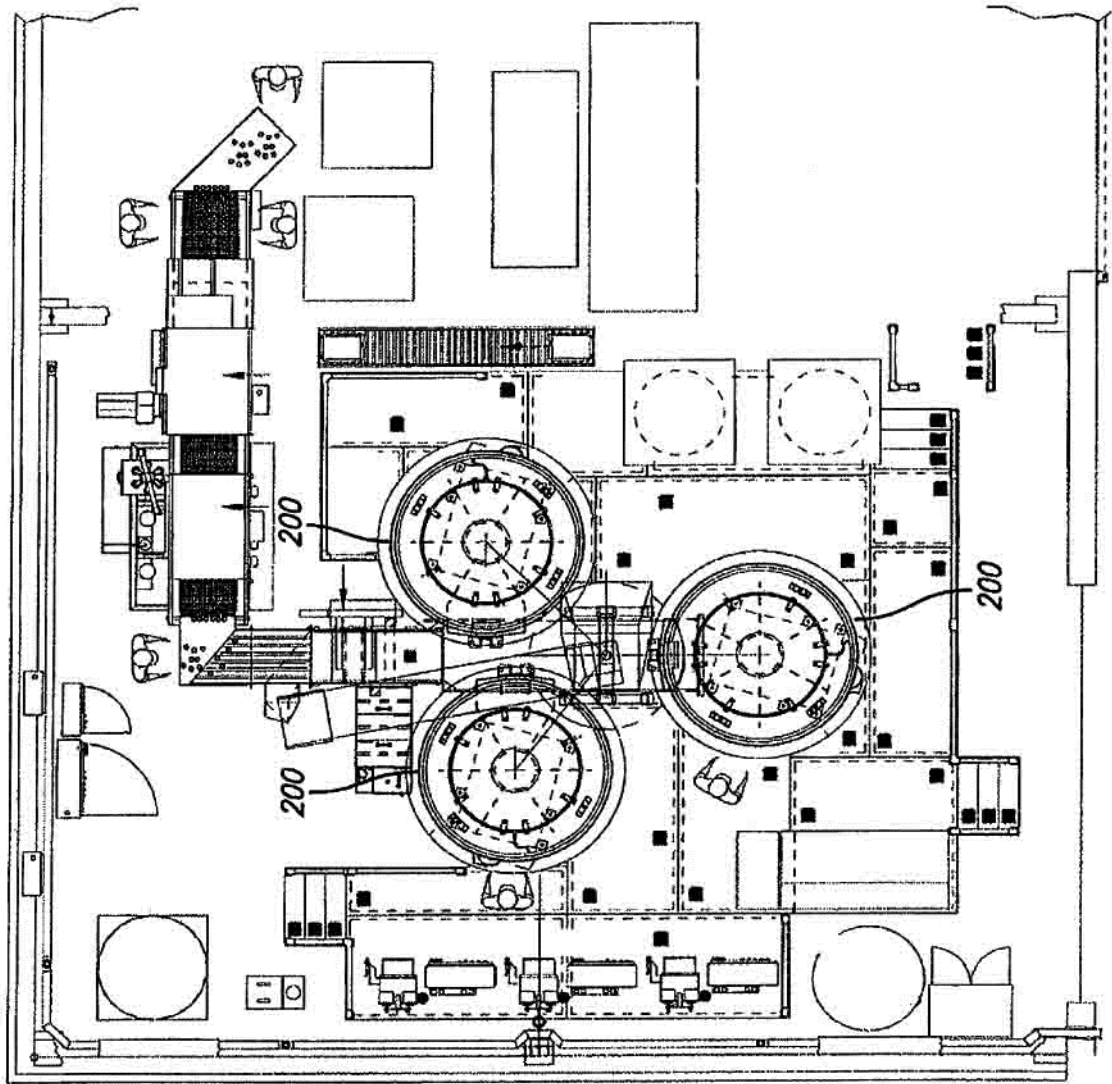


FIG. 9

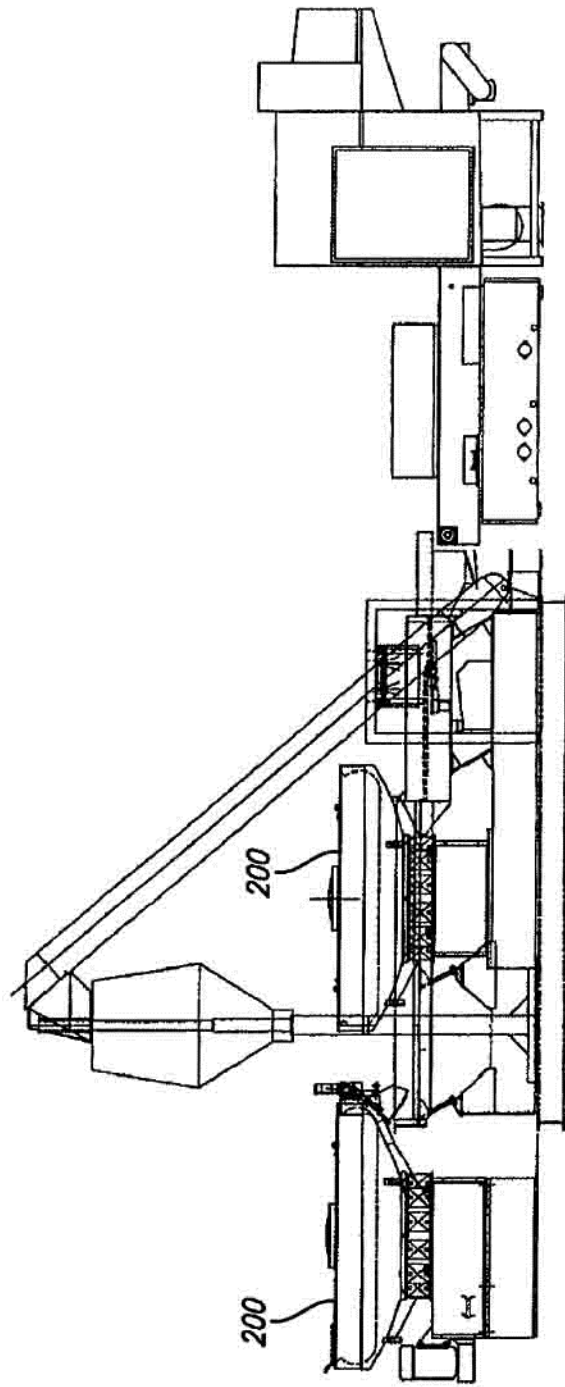


FIG. 10