



ESPAÑA

(10) ES	(11) NUMERO 474.169	(10) A1
(12)	(12) FECHA DE PRESENTACION 13-10-78	

PATENTE DE INVENCION

Concedido el registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

(13) PRIORIDADES: (13) NUMERO	(14) FECHA	(15) PAIS
----------------------------------	------------	-----------

(16) FECHA DE PUBLICIDAD	(17) CLASIFICACION INTERNACIONAL B 60 B	(18) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	--	--

(19) TITULO DE LA INVENCION

"UNA RUEDA PERFECCIONADA DISEÑADA EN PARTICULAR PARA UN VEHICULO DE MARCHA SOBRE CARRIL"

(20) SOLICITANTE (S)

RAYCHEM CORPORATION (IAH/PCM/SLW)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

300 Constitution Drive, Menlo Park, California 94025, Estados Unidos de América

(21) INVENTOR (ES)

John Frederick Krumme y Robert Carl Krumme

(22) TITULAR (ES)

(23) REPRESENTANTE

D. FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 70.181)

POOR QUALITY

Ha sido conocido casi desde el comienzo de la era del ferrocarril que la adherencia rueda/carril de ruedas de acero y carriles de acero es algo deficiente, especialmente en condiciones de superficies lubricadas y/o húmedas. Aunque la adherencia ha sido en general admisible en sistemas de ferrocarril usuales, ha supuesto sin embargo una limitación importante en el diseño y el funcionamiento del ferrocarril y, más recientemente, de los modernos sistemas de carril para tránsito de masas rápido que actualmente se usan para trenes de cercanías en muchas áreas urbanas. La adherencia entre rueda y carril limita las pendientes máximas que un vehículo de marcha sobre carril puede subir y bajar. El nivel de adherencia actualmente disponible con ruedas de acero funcionando sobre carril de acero limita las pendientes admisibles, en los sistemas de tránsito de masas rápido existentes, a aproximadamente el 4%. Los costes de ingeniería civil para construir ferrocarriles con pendientes tan suaves pueden ser fácilmente la parte más costosa de la construcción de un nuevo sistema de tránsito sobre carril. Evidentemente, unos medios de mayor adherencia entre rueda y carril significan que se pueden diseñar y construir nuevos sistemas de tránsito sobre carril con pendientes más pronunciadas y costes más bajos de lo que ha sido posible hasta el presente.

Además, la adherencia entre rueda y carril afec-

ta no solamente a la velocidad con la cual puede desplazarse un vehículo sobre un carril en diversas condiciones, sino también el tiempo y la distancia en que el vehículo puede ser puesto en marcha y detenido. Los vehículos para transito de masas deben ser detenidos y puestos en marcha de modo fiable, con bastante frecuencia, en diversas condiciones y la distancia de seguridad del vehículo, es decir, la distancia que debe ser mantenida por razones de seguridad entre trenes consecutivos, depende por tanto en muy gran medida de las características de aceleración y de frenado en condiciones adversas para la adherencia entre rueda y carril. Solamente mejorando las distancias de seguridad entre vehículos pueden aumentarse los niveles de servicio, el tiempo que se conserven o se aumentan las velocidades de los trenes.

Para conseguir altos niveles de servicio (compatibles, por supuesto, con no rebasar las limitaciones impuestas por factores humanos) a los diseñadores de sistemas de tránsito rápidos les gustaría emplear una deceleración máxima de 4,8 kilómetros por hora por segundo. Para conseguir este nivel de deceleración el coeficiente mínimo de adherencia entre el carril y la rueda debe tener un valor comprendido entre 0,14 y 0,20. Se usa la denominación "coeficiente de adherencia" en vez de coeficiente de rozamiento estático o dinámico dado que las partes en contacto de la rueda y el carril están cambiando continuamente y durante el frenado se puede o no producir algo de deslizamiento entre la rueda y el carril. Desgraciadamente, el agua, el aceite, la grasa, el óxido y otros contaminantes y sus diversas combinaciones afectan

5 todos a la adherencia de rueda a carril. Por ejemplo, es sabido que la humedad con una pequeña cantidad de óxido forma una pasta que reduce grandemente el coeficiente de adherencia. En algunas condiciones el coeficiente real de adherencia entre las ruedas de acero y los carriles de acero se ha medido y se ha comprobado que llega a ser de tan solo 0,03.

10 En consecuencia, se han realizado considerables investigaciones para obtener una adherencia mejorada de rueda a carril pero, aunque con ello se ha puesto de manifiesto que ciertos materiales, incluido el titanio, comunican una mejor adherencia al acero, no se ha encontrado medio alguno práctico o comercialmente viable para explotarlos.

15 El presente invento proporciona una rueda, especialmente una rueda de un vehículo para marcha sobre carril, cuyo bandaje o llanta de rodaje consiste en, o comprende a, un miembro hecho de una aleación con "memoria" (con capacidad de recuperación).

20 En general, como se explicará con mayor detalle aquí en lo que sigue, el miembro de aleación con "memoria" forma ventajosamente la propia llanta de rodaje pero, en ciertas realizaciones, puede estar presente como un miembro auxiliar que se usa juntamente con un miembro de llanta de rodaje separada y que coopera con éste.

30

Como es sabido, ciertas aleaciones, denominadas corrientemente aleaciones con "memoria", pueden usarse para fabricar artículos con capacidad de recuperación por calor, es decir, artículos que han sido deformados de su configuración original y que son susceptibles de recuperación hacia esa configuración original al calentarlos. Entre tales aleaciones con "memoria", pueden mencionarse, por ejemplo, diversas aleaciones de titanio y níquel que se han descrito, por ejemplo, en las Patentes para los EE.UU. núms. 3.174.851, 3.351.463, 3.753.700, 3.759.552; en las Patentes Británicas números 1.327.441 y 1.327.442 y en la Publicación de la NASA SP 110, "55-Nitinol-La Aleación con Memoria, etc". (Oficina de Impresión del Gobierno de los EE.UU., Washington D.C. 1972). La propiedad de la recuperación por el calor no ha quedado sin embargo limitada exclusivamente a tales aleaciones de titanio y níquel. Así, por ejemplo, se ha puesto de manifiesto que varias aleaciones con base de cobre presentan esa propiedad, por ejemplo en el trabajo de N. Nakanishi y otros, Scripta Metallurgica 5, 433-440 (Pergamon Press 1971) y tales materiales pueden ser aleados para disminuir sus temperaturas de transición a regímenes criógenos mediante técnicas conocidas. Análogamente, se ha puesto de manifiesto que los aceros inoxidables 304 presentan tales características. E. Enami y otros, idem en las páginas 663-68. Igualmente, ciertas aleaciones de titanio y niobio presentan también "memoria", véanse los trabajos de C. Ba

ker, Metal Science Journal 5, 92-100 (1971) y J.P.Morniro
li y otros C.R. ACD. SCI., SER.C 275 (16) 869-871 (1972).
Además, ciertas aleaciones con base de zirconio, tales co
mo las descritas en la Patente Británica nº 1.202.404, pre
sentan también características de memoria.

En general, las aleaciones de níquel y titanio
tales como las antes mencionadas tienen una temperatura
de transición inferior a + 120°C. Aleaciones que son par
ticularmente útiles tienen una temperatura de transición
desde -196°C a -70°C (siendo ésta bastante inferior a la
temperatura mínima que se considera que pueden encontrar
durante el uso diario) y pueden ser llevadas a su estado
martensítico por inmersión en nitrógeno líquido. No obs
tante, más recientemente se ha comprobado que es posible
"precondicionar" las aleaciones con memoria de modo que
se aumente transitoriamente su temperatura de transición.
Esto permite que los artículos hechos de tales aleacio
nes sean mantenidos a la temperatura ambiente antes de su
uso, de modo que puede hacerse que se recuperen por calen
tamiento por encima de la temperatura ambiente hasta su
temperatura de transición inicial aumentada artificialmen
te. Después de la recuperación, la temperatura de transi
ción vuelve a un valor inferior a la temperatura de fun
cionamiento, de modo que no existe peligro de una trans
formación de sentido inverso. Tales métodos de preacondi
cionado, con los cuales se elimina la necesidad de refri
geración durante el almacenamiento, el transporte y la
instalación, se han descrito, por ejemplo, en las DOS
números 2.603.878 y 2.603.911. Los metales con memoria
han encontrado ya ciertas aplicaciones comerciales en las

cuales se ha utilizado su recuperación dimensional y, en algunos casos, sus altas resistencias, por ejemplo en la formación de conexiones mecánicas y eléctricas.

5 El presente invento está basado en la sorprendente observación de que las aleaciones con memoria, especialmente las aleaciones binarias y ternarias de titanio y de níquel, pueden ser usadas ventajosamente para formar llantas de rodaje para ruedas para vehículos de marcha sobre carril, no solamente en virtud de sus propiedades de recuperación dimensional sino también en virtud de otras
10 varias propiedades las cuales, incluso aunque se han indicado anteriormente, jamás han sido totalmente evaluadas o utilizadas en aplicaciones prácticas. Como resultado de esta observación, el presente invento puede proporcionar
15 llantas de rodaje que pueden ser aplicadas fácilmente a la rueda básica usando para ello las conocidas propiedades de recuperación por calor de las aleaciones, pero las cuales presentan también otras mejores sorprendentes con respecto a la adherencia de rueda a carril y con respecto
20 a otras propiedades importantes.

Como se ha mencionado en lo que antecede, las aleaciones con memoria especialmente preferidas para uso en el presente invento, en su aplicación a ruedas para vehículos de marcha sobre carril, para sistemas de transporte de masas rápidos, son las aleaciones de titanio y
25 níquel conocidas genéricamente en la técnica como las "Aleaciones de 55-Nitinol". Estas aleaciones contienen, en general, del 43 % al 48% en peso de titanio, estando constituido el resto por níquel y, en algunas ocasiones,
30 por pequeñas cantidades de elementos terciarios tales co

1 mo el cobalto o el hierro, los cuales pueden ser inclui-
dos para controlar la temperatura de transición. Así, por
ejemplo, la temperatura de transición para la aleación
binaria estequiométrica, TiNi, es de aproximadamente 80°C.
5 No obstante, esta temperatura de transición puede ser dis-
minuida hacia el cero absoluto añadiendo para ello un ele-
mento terciario seleccionado, tal como uno de los mencio-
nados. La aleación usada en las piezas de "Cryofit" lan-
zadas al mercado por la Raychem Corporation, tienen una
10 temperatura de transición de aproximadamente -120°C, que
la hace, especialmente adecuada para uso en todas las con-
diciones ambientales. Por comodidad, por consiguiente, se
describirá a continuación el presente invento con referen-
cia a tales aleaciones.

15 De acuerdo con un método preferido, se
disminuye la temperatura de un miembro anular de una
aleación de titanio y níquel hasta por debajo de la tem-
peratura de transición de la aleación, es decir, aque-
lla para la cual la aleación existe en su estado marten-
20 sítico. Luego se expande el miembro anular en el estado
martensítico, de modo que se hace el mismo encogible
radialmente por el calor. A fin de aplicar el miembro
anular, éste se coloca circunferencialmente alrededor
de la superficie de apoyo de la rueda y luego se calien-
25 ta hasta, o bien, lo que es más usual, se deja que se ca-
liente hasta, una temperatura superior a la temperatura
de transición, con lo que el miembro anular se contrae
hacia su diámetro original y coge con ello la superficie
de apoyo con fuerza de compresión, desarrollándose un es-
30 fuerzo de hasta aproximadamente 4.200 kg/cm² en la alea-

ción, dependiendo de la magnitud de la contracción no resuelta.

5 En general las dimensiones del miembro anular con relación a la rueda se elegirán de modo que una dilatación radial de aproximadamente el 8% permita que el miembro anular sea situado correctamente alrededor de la rueda. Puede quedar algo de recuperación sin resolver después de haber sido encogido el miembro anular y de haber sido firmemente asentado sobre la superficie de apoyo.

10 Como se ha mencionado en lo que antecede, la temperatura de transición (o, más correctamente, el margen de temperaturas de transición) dependerá de la constitución precisa de la aleación de titanio y níquel. Se apreciará, sin embargo, que la temperatura de transición
15 deberá ser elegida deseablemente de modo que sea inferior a la temperatura mínima a la cual puede resultar expuesta la llanta de rodamiento durante el uso y, por esa razón, la temperatura de transición es preferiblemente inferior a -60°C y, más preferiblemente, inferior a -115°C . Las aleaciones preferidas comprenden desde aproximadamente el 43%
20 al 45% en peso de titanio, preferiblemente de aproximadamente el 43,4% al 44,4% en peso. La aleación consistente esencialmente en una cantidad del 43% al 45% en peso de titanio, de aproximadamente el 2% al 5% de hierro y no
25 más del 1% en peso de otros elementos, siendo el resto de níquel, es especialmente adecuada ya que puede ser fácilmente mantenida en su fase martensítica antes de la aplicación por almacenamiento en nitrógeno líquido (o posiblemente en hielo seco), pero una vez que ha vuelto a
30 su fase austenítica puede ser usada de modo seguro en los

climas más extremadamente fríos.

En otras realizaciones del presente invento la llanta de rodaje puede hacerse de cualquier material que tenga la deseada adherencia y otras propiedades pertinentes a los problemas considerados en lo que antecede y se pueden usar uno o más miembros de aleación con memoria para retener la llanta de rodaje en posición (incluido el caso en que el miembro (o los miembros) de aleación con memoria formen al menos parte de la superficie de rodaje). Por ejemplo, la llanta de rodaje puede ser retenida en posición por dos anillos de aleación encogibles por calor provistos de pestañas, provistos en cada lado de la misma. En otra realización, un aro de aleación con memoria encogible por calor puede actuar para retener una llanta de rodaje anular separada en posición mediante la fuerza que genera cuando aumenta su grueso al recuperarse, estando situado el aro como un miembro intermedio entre la llanta y la superficie de apoyo de la rueda. Otras variaciones serán por supuesto evidentes para los expertos en la técnica.

En todas las realizaciones, se preferirá en general que el miembro de la llanta anular de contacto con el carril esté formado como una parte entera. No obstante, en ciertas aplicaciones la llanta anular puede estar partida en uno o más puntos alrededor de su circunferencia, de preferencia con un ángulo, de modo que se facilite la instalación y la subsiguiente retirada para reparación, etc.

Aunque en muchas realizaciones será preferible proporcionar la llanta de rodaje como un miembro simple-

mente anular, puede ser ventajoso en otras realizaciones proporcionar la llanta con una pestaña anular que se extienda radialmente hacia fuera desde uno de sus bordes. Tal pestaña, la cual puede o no estar en contacto con una pestaña sobre la propia rueda, puede además mejorar la adherencia de la rueda al carril, puede ayudar además a eliminar el ruido y puede también contribuir a reducir el desgaste tanto en los carriles como en las ruedas, puesto que el carril puede ser lubricado en las curvas sin que se pierda adherencia.

Una ventaja de estas realizaciones del presente invento es que los conjuntos y los miembros de llanta pueden ser fácilmente desmontados y reparados o sustituidos sin daños innecesarios a los mismos ni a otros componentes de la rueda. Por ejemplo, puede hacerse que una llanta de rodaje de Nitinol encogida por calor se dilate hasta el punto de que se pueda efectuar su desmontaje de la rueda simplemente enfriándola a una temperatura inferior a la temperatura de transición, por ejemplo rociándola con nitrógeno líquido, véase la Patente para los EE. UU. número 4.035.007. Todavía otra ventaja es que la contracción radial del miembro anular va acompañada por un aumento de su anchura, que puede usarse para situar la llanta de rodaje apretadamente dentro de una garganta en la rueda en virtud de las fuerzas de recuperación laterales.

Se verá, por consiguiente, que las propiedades de recuperación dimensional de los metales con "memoria" pueden ser fácilmente usadas con ventaja para sujetar la llanta de rodaje a la rueda. Se ha comprobado ade-

más, sin embargo, que se pueden obtener mediante su uso otras varias ventajas muy importantes. Quizás la más sorprendente y significativa de éstas sea la considerablemente mejorada adherencia que presenta una llanta de rodaje de Nitinol en comparación con una de acero. En la Tabla que sigue se resumen los coeficientes de rozamiento dinámico medios obtenidos durante los últimos ensayos en diferentes condiciones usando llantas de rodaje de Nitinol y de acero.

Condición de ensayo	Rueda de Nitinol sobre carril de acero	Rueda de acero sobre carril de acero.
Limpio y seco	> 0,5	> 0,5
Agua	> 0,4	< 0,2
Fuel-oil diesel	> 0,4	< 0,08
Aceite lubricante	> 0,08	< 0,005

Se verá de la Tabla que, como medio, la relación de Nitinol al acero es de aproximadamente 2,8 a 1, lo que evidentemente representa una mejora muy importante. En cierta medida la mejora puede ser atribuida al hecho de que el módulo de elasticidad relativamente bajo del Nitinol, de $8,4$ a $9,8 \times 10^5$ kg/cm² (el cual es menor que la mitad del correspondiente al acero) da por resultado un área de contacto mayor con el carril y, a su vez, conduce a una mayor adherencia, siendo la relación de áreas de contacto de Nitinol/acero : acero/acero de aproximadamente 1,4:1. Una ventaja residual de esta mayor área de contacto y de una rueda más flexible es la reducción del ruido, de la que constituye un ejemplo la significativa disminución del ruido producido por las imperfec

ciones microsuperficiales.

Los ensayos previos de desgaste de comparación del desgaste del carril y el desgaste de la rueda con ruedas de Nitinol sobre carril de acero y ruedas de acero sobre carril de acero, indican que, en diversas condiciones, el desgaste del carril con ruedas de Nitinol es de hasta 10 veces menor que con ruedas de acero y el desgaste de la rueda es de hasta 5 veces menor en ruedas de Nitinol, en comparación con las ruedas de acero.

Otro extremo sorprendente y significativo es que el comportamiento de adherencia frente a resbalamiento del Nitinol constituye otra característica útil de este material en aplicaciones de rueda para carril. En contraposición con el acero, el cual presenta una adherencia máxima para aproximadamente un 7% de resbalamiento, se sigue por una disminución de la adherencia al aumentar el resbalamiento, la adherencia del Nitinol aumenta constantemente al aumentar el resbalamiento en todo el margen de resbalamiento. Esta cualidad de las ruedas de Nitinol puede usarse como un dispositivo de control pasivo para mejorar grandemente el comportamiento del sistema de control de resbalamiento-giro y puede eliminar por completo, en potencia, la exigencia de control de resbalamiento-giro. Otro resultado importante de esta cualidad de las ruedas de Nitinol es la menor distancia de parada en situaciones de emergencia, en comparación con la correspondiente a las ruedas de acero usuales. Así, mientras que con una rueda de acero sobre un carril de acero un sistema de control de freno se enfrenta con una condición de inestabilidad inherente al empezar a producirse el resbalamiento,

y ello ha conducido a la necesidad de sistemas de control de resbalamiento-giro muy sensibles, con una llanta de rodaje de Nitinol el sistema puede ser de por sí estable y auto-corrector. Si es así, ello reducirá la exigencia de sistemas sensibles de control de resbalamiento-giro o bien mejorará el comportamiento de resbalamiento-giro en los sistemas existentes.

Se está en la creencia de que las características de rozamiento de las aleaciones de Nitinol no han sido jamás estudiadas antes y de ello se deduce, por consiguiente, que estas ventajas sorprendentes no podían haber sido previstas. Otras propiedades de las aleaciones de Nitinol que son ventajosas en esta aplicación son su resistencia a la fatiga y a la corrosión, que hace que tengan una vida larga y fiable, y su relativa insensibilidad a los contaminantes que se encuentran corrientemente que reducen la adherencia. Estas propiedades, combinadas con la mayor área de contacto de rueda/carril dan lugar a una impedancia eléctrica baja fiable en la cara de contacto entre rueda y carril, lo cual es importante para la puesta en práctica eficaz de los métodos de control y detección usados en los modernos sistemas de carriles.

También se apreciará que el coeficiente de adherencia mejorado y otras propiedades presentadas por las aleaciones de Nitinol pueden ser utilizados, en algunas aplicaciones, sin usar al mismo tiempo las características de "memoria" de la aleación. En tales aplicaciones será suficiente fijar el miembro anular a la rueda por métodos usuales. Como alternativa, se puede fabricar la rueda entera de tales aleaciones, si así se desea.

Aunque el presente invento ha sido descrito en particular con referencia a aleaciones de titanio-níquel, se apreciará que se pueden obtener ventajas similares usando otras aleaciones con "memoria", y, en particular, las aleaciones con "memoria" de titanio, las cuales presentan un coeficiente de adherencia con el carril de acero de al menos 0,14 y de preferencia de al menos 0,20 y, en cualquier caso, que esas y otras aleaciones con "memoria" pueden ser de aplicación para otros sistemas de carriles, por ejemplo, para sistemas de carril para transporte de mercancías, en los que la reducción de ruidos, el desgaste del carril y el desgaste de la rueda son especialmente importantes.

Se apreciará que el presente invento es aplicable, en principio, a cualquier tipo de rueda y que las ruedas pueden a su vez estar previstas con otras características destinadas a mejorar su comportamiento, incluidas, por ejemplo, las diseñadas para reducir o eliminar la carga de impacto de los componentes del chasis de un vehículo y los ruidos no deseados, tales como los chirridos en las curvas, el ruido de impacto en la junta del carril y el ruido de fragor o rodadura por la vía tangente.

Por ejemplo, en ciertas realizaciones preferidas del presente invento, se han previsto medios auxiliares, tales como medios elásticos y/o de amortiguación, entre el bandaje o la llanta de rodaje hecha de la aleación con "memoria" y la rueda. Tales medios estén previstos típicamente para favorecer la adherencia, especialmente a grandes velocidades, para reducir el choque y favore

cer con ello la comodidad en el recorrido, y para reducir el ruido.

Los medios elásticos y/o de amortiguación pueden comprender ventajosamente una capa de un material elástico, tal como de un polímero natural o sintético. Entre los materiales polímeros adecuados pueden mencionarse, por ejemplo, los cauchos natural y sintético; los elastómeros fluorocarbonados, tales como los existentes en el mercado con las marcas "Viton" de DuPont y "Flourel" de la 3 M Corporation; los copolímeros de etileno propileno y los terpolímeros dieno conjugados de etileno/propileno; los polietilenos clorosulfonados tales como los que se encuentran en el mercado con la marca "Hypalon" de DuPont; los cauchos de "Neoprene" lanzados al mercado por la DuPont, los copolímeros de acetato de vinilo/etileno que tienen un alto contenido de acetato de vinilo, por ejemplo los lanzados al mercado por la Wacker Chemie; las resinas de polisulfuro; los poliacrilatos; los polibutadienos; los copolímeros de butadieno/estireno; el poliisobutileno; el poliisopreno; las resinas epoxídicas flexibles, el polietileno de alta densidad y los poliuretanos.

La capa elástica puede ser o bien conductora eléctrica o bien no conductora eléctrica, según se desee. Cuando se desea que la capa sea conductora eléctrica, se prefieren especialmente los materiales polímeros conductores, tales como los cargados con negro de humo o partículas metálicas.

En todavía otras realizaciones, entre la llanta de rodaje y la rueda se pueden incorporar un miembro de resorte elástico hecho, por ejemplo, de un bronce fosfo-

foroso, de acero o de cobre al berilio. Tales miembros de resorte pueden usarse juntamente con los materiales similares a caucho y otros antes considerados. En algunas realizaciones el bandaje o la propia llanta de rodaje pueden ser elásticos.

En todos esos casos, y ciertamente en todas las realizaciones preferidas del presente invento, el bandaje o la llanta de rodaje, por una parte, y la rueda por otra parte, estén preferiblemente configurados de modo que el bandaje o la llanta de rodaje no pueden deslizarse fuera de la rueda, por ejemplo al destruirse o degradarse la capa elástica; se elimina con ello la necesidad de otros componentes de aplicación tales como remaches y pernos, etc.. Esto puede conseguirse, por ejemplo, previendo protuberancias y gargantas cooperantes en las superficies de comunicación de los componentes, típicamente previendo una superficie interior de forma de V en un bandaje y una garganta de forma de V en la superficie exterior de la rueda. Se retiene así inmovilizado sobre la rueda el bandaje o la llanta de rodaje y el material elástico, cuando está presente, es situado en la zona de inmovilización, contribuyendo así positivamente a la necesaria interferencia mecánica entre el bandaje o la llanta y la rueda, al mismo tiempo que proporciona un cojín elástico con lo que se puede aumentar la "huella" de la rueda sobre un carril.

La propia rueda puede ser maciza, tal como por ejemplo una rueda de aluminio usual, o bien puede tener radios, en cuyo caso los propios radios pueden estar hechos ventajosamente de una aleación con "memoria" para

facilitar más el montaje del bandaje o de la llanta de rodaje y la rueda.

A continuación se describirán con mayor detalle varias realizaciones de acuerdo con el presente invento, a modo de ejemplos únicamente, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Fig. 1 es un diagrama de proceso en perspectiva isométrica que ilustra las fases en un método para sujetar una llanta de rodaje de aleación con "memoria" a una rueda de vehículo de marcha sobre carril;

La Fig. 2 es un diagrama esquemático de esfuerzo/deformación que ilustra el proceso de "memoria" de forma en una aleación de titanio-níquel; y

las Figs. 3 a 27 son vistas en corte parcial que ilustran diferentes ruedas para vehículos de marcha sobre carriles de acuerdo con el presente invento.

Con referencia ahora a la Fig. 1 se ha ilustrado en ella una rueda 11 para vehículo de marcha sobre carriles que tiene una garganta 12 de apoyo situada entre una pestaña interior 13, que está prevista para impedir el movimiento lateral de la rueda con relación a un carril de la vía, y una pestaña sujetadora 14. De acuerdo con el presente invento, la garganta 12 de apoyo está provista de una llanta de rodaje 16 hecha de una aleación con "memoria", preferiblemente una aleación de 55-Nitinol.

La llanta de rodaje 16 puede fabricarse, por ejemplo, por un proceso de laminación, de modo que tenga un diámetro interior que sea menor que el diámetro de la superficie de apoyo cilíndrico de la garganta 12. El grado de diferencia entre el diámetro interior de la llanta

de rodaje y el diámetro de la superficie de apoyo dependerá de la cantidad de esfuerzo interno que se desee desarrollar dentro de la aleación con "memoria" cuando la llanta "coge" a compresión a la superficie de apoyo. En general, sin embargo, se obtienen resultados satisfactorios cuando la llanta 16 de rodaje tiene un diámetro interior que es de aproximadamente el 0,25% al 2% menor que el diámetro de la superficie de apoyo.

Después de que se haya formado la llanta de rodaje 16 con tal diámetro original, se enfría la misma a una temperatura inferior a la zona de temperatura de transición o al menos entre las fases austenítica y martensítica del metal con "memoria", por ejemplo por inmersión en nitrógeno líquido. Luego se dilata usando, por ejemplo, una pinza expandida radialmente de modo que su diámetro interior se haga mayor que el diámetro de la superficie de apoyo. Por supuesto, cuando se prevé una pestaña de sujeción 14, como se ha ilustrado, el diámetro interior expandido de la llanta de rodaje 16 debe ser suficiente como para permitir que la llanta libre la pestaña. En general, se apreciará que las dimensiones de la pestaña 14 y la garganta 12 deberán ser preferiblemente tales que con aproximadamente el 8% de dilatación del anillo la pestaña 14 pueda ser librada en el estado expandido y que, sin embargo, se conserve del 0,25% al 2% de recuperación no resuelta distribuida de preferencia uniformemente alrededor de la llanta de rodaje cuando ésta se asienta firmemente en la garganta 12. No obstante, el diámetro relativamente grande de la rueda, es decir, de aproximadamente 76,2 centímetros, garantiza que se pueden satis

hacer tales exigencias de diseño.

Una vez expandida la llanta de rodaje 16, se mantiene la misma en su fase martensítica hasta que se desee que la llanta sea aplicada a la rueda 11. La llanta 16 permanecerá en la fase martensítica en tanto que sea mantenida por debajo de su temperatura de transición, por ejemplo, por estar almacenada en nitrógeno líquido.

Cuando se desee aplicar la llanta de rodaje 16 a la rueda 11, se puede retirar la llanta 16 de su almacenamiento en frío y colocarse circunferencialmente sobre la garganta 12 de apoyo bajo las condiciones ambiente, en cuyo momento la misma tratará de recuperar su diámetro original. No obstante, únicamente es capaz de contraerse hasta el punto en que su superficie interior se aplica a la superficie de apoyo de la garganta 12, con el resultado de que la llanta 16 de rodaje coge la superficie de apoyo con fuerza de compresión.

La Fig. 2 es un diagrama típico de esfuerzo/deformación que ilustra la relación de tales parámetros en la aleación con "memoria" de una llanta de rodaje sometida al método del invento. La relación de esfuerzo a deformación dentro del metal de la llanta, cuando tal metal está en su fase austenítica, se define mediante la curva 17, mientras que cuando está en su fase martensítica tal relación queda definida por la curva 18.

Cuando el diámetro de la llanta es agrandado, mientras la llanta está en su fase martensítica, tal llanta será sometida a esfuerzo a lo largo de la curva 18 hasta el punto indicado en 19. Al hacer que se elimine el esfuerzo que provoca la ampliación del diámetro, la defor

mación recuperará hasta el punto 21. Una vez que la llanta sea más adelante sometida a una temperatura superior a la zona de transición entre las fases martensítica y austenítica de la misma para cuando es aplicada a una rueda, la deformación se recuperará a lo largo del eje de abscisas hasta el punto indicado en 22, en el cual la llanta se aplica a la superficie de apoyo de la rueda y no puede ya contraerse más. Puesto que el material estará volviendo a su fase austenítica, se desarrollará esfuerzo interno dentro de la llanta compatible con la cantidad de deformación requerida para mantener la llanta con el mismo diámetro que el diámetro de la superficie de apoyo. Es decir, el esfuerzo interno desarrollado dentro de la llanta alcanzará el valor relativamente alto indicado en la curva 17 por el punto 23.

La Fig. 3 es una vista en corte parcial que ilustra una parte de una rueda 31 para vehículo de marcha sobre carril, que tiene una llanta de rodaje circunferencial 36 sujeta por compresión a la superficie de apoyo de la misma, mediante el esfuerzo interno desarrollado dentro de la llanta cuando ésta se aplica de acuerdo con el método del invento. Se admitirá que la cuestión de si se requiere o no la pestaña sujetadora 34 a fin de asegurar que la llanta 36 de rodaje no deslice axialmente fuera de la rueda 31, esté regulada por la cantidad de fuerza de compresión con la cual la llanta 36 de rodaje está diseñada para coger la rueda 31. No obstante, se prevé preferiblemente para seguridad.

Pasando ahora a la Fig. 4, no es desusado que la superficie de la pestaña interior 43 de una rueda 41

para vehículo de marcha sobre carril experimente también desgaste. El método del invento no solamente hace posible que sea aplicada una llanta 46 de rodaje a la garganta 42 de apoyo de tal rueda para vehículo de marcha sobre carril, sino que hace posible además que sea aplicada a la pestaña interior una superficie de aplicación al carril sustituible. Tal superficie de pestaña interior puede ser provista únicamente construyendo para ello la llanta 46 de rodaje metálica con una pestaña anular 47 que se extiende radialmente hacia fuera desde un borde periférico de la misma. Tal pestaña anular 47 será expandida juntamente con el resto de la llanta 46 y se recuperará para aplicarse a la pestaña interior 43 de la rueda 41. Como se ha ilustrado, la llanta de rodaje 46 ha sido mecanizada de modo que proporcione el deseado perfil suave para la rueda, por ejemplo en la pestaña de la misma.

La Fig. 5 ilustra una realización alternativa de una rueda para vehículo de marcha sobre carril la cual tiene una llanta 52 de rodaje circunferencial sujeta a la misma mediante aros de retención 53 y 54 hechos a partir de una aleación con "memoria". Los anillos 53 y 54 están provistos de pestañas 55 y 56, respectivamente, las cuales solapan a los bordes circunferenciales de la llanta de rodaje 52.

En esta realización, la llanta de rodaje 52, la cual está hecha de cualquier material adecuado que tenga la necesaria adherencia y dureza, etc., está partida. Es decir, está hecha para ser discontinua en una posición alrededor de su circunferencia, de modo que pueda ser fácilmente dilatada para instalación. La partición es de prefere-

rencie diagonal con respecto al eje geométrico de la llanta, de modo que el esfuerzo por carga del vehículo se concentra en cualquier momento solamente a lo largo de una parte de la partición.

5 Los anillos de retención 53 y 54 pueden ser expandidos como se ha descrito en lo que antecede, y al aplicarse son situados juntos con la llanta 52 de rodaje sobre la superficie de apoyo 55 de la rueda 51. Al tratar los anillos 53 y 54 de recuperar sus diámetros interiores originales, los mismos se contraen y se aplican por compresión a los bordes circunferenciales de la llanta 52 y empujan a ésta contra la superficie de apoyo 58.

10

 En la Fig. 6 se ilustra otra forma de rueda 61 de acuerdo con el presente invento, la cual está también provista de una llanta de rodaje 66 que no es necesario que esté hecha de una aleación con "memoria". En esta realización, la llanta de rodaje 66 está sujeta alrededor de la superficie de apoyo 62 de la rueda 61 por medio de un aro intermedio 63 hecho de una aleación con "memoria". A diferencia de las realizaciones anteriores, el aro 63 es estirado paralelo uniformemente al eje geométrico de rotación mientras está en estado martensítico, de modo que tenga un diámetro interior que sea ligeramente mayor que el de la superficie de apoyo 62 y un diámetro exterior ligeramente menor que el diámetro interior de la llanta de rodaje 66, y de modo que se disminuya el grueso del aro.

15

 Al efectuar la instalación se sitúa alrededor de la superficie de apoyo 62 y la llanta de rodaje 66 es a su vez situada alrededor del aro 63. Puesto que el aro 63 recupera para encogerse sobre la superficie de apoyo 62, así tam-

20

25

30

bién aumenta su grueso y por consiguiente el aro ejerce una fuerza de compresión dirigida hacia fuera sobre la llanta 66 de rodaje de manera que, en efecto, el aro coge tanto la superficie de apoyo como la llanta de rodaje para sujetar el conjunto. Se apreciará que no es necesario que el aro 63 sea continuo.

En la Fig. 7 se ha ilustrado una rueda 71 de vehículo de marcha sobre carril que esté provista de una llanta de rodaje 76 situada en una garganta de apoyo 72. En esta realización, las dimensiones de la llanta de rodaje 76 en su forma expandida han sido elegidas de modo que después del encogimiento quede aproximadamente enrasada con la superficie del hombro superior de la rueda 71. Además sus dimensiones pueden ser elegidas de modo que durante la contracción radial el consiguiente aumento de su anchura haga que la misma ejerza fuerzas de compresión laterales sobre las paredes 73 y 74 de la garganta de apoyo 72, de modo que se garantice además que permanece en posición durante el funcionamiento de la rueda. Además, si se desea se puede dimensionar la llanta de rodaje 76 de modo que cuando se instale todos los esfuerzos en la llanta sean de compresión.

En la Fig. 8 se ilustra otra rueda 81 en la cual la llanta de rodaje 86 es algo más gruesa que las llantas de rodaje anteriormente ilustradas. Como es sabido por los expertos en la técnica, algunos sistemas requieren un bandaje más pesado y en la Fig. 8 se ilustra el modo en que se puede prever fácilmente uno usando una aleación con "memoria" de acuerdo con el presente invento.

En la Fig. 9 se ilustra todavía otra rueda 91

provista de un bandaje pesado 92 de acuerdo con el presente invento. En este caso el bandaje 92 proporciona tanto una llanta de rodaje 96 como una pestaña interior 97. Se apreciará que tal bandaje será especialmente adecuado para aplicaciones en las que haya una carga pesada sobre la llanta y la pestaña y, además, que el bandaje puede ser fácilmente retirado y sustituido sin necesidad de volver a perfilar la rueda 91.

En la Fig. 10 se ilustra una rueda 101 en cierto modo similar, provista de un bandaje pesado 102. En esta disposición la rueda 101 está provista de un saliente 103 en su superficie periférica exterior y el bandaje 102 está contorneado para cooperar con ese saliente 103 para facilitar la colocación en posición apropiada y además para favorecer el agarre seguro del bandaje sobre la rueda. Se apreciará, a este respecto, que se pueden emplear para este fin otras disposiciones.

En la Fig. 11 se ha ilustrado una rueda 111 que es similar a la representada en la Fig. 4. No obstante, en esta disposición la llanta de retención 112 está provista de una pestaña interior 113 que se extiende sobre el borde interior de la rueda 111, la cual está convenientemente contorneada para garantizar que el grueso de la llanta de rodaje de aleación con "memoria" permanece sustancialmente constante.

En las Figs. 12 a 24 se ilustran varias ruedas de acuerdo con el presente invento, en las cuales se ha previsto una capa de material elástico, tal como se ha mencionado en lo que antecede, a fin de mejorar la resistencia a los choques mecánicos y las propiedades de reduc-

ción de ruido. En estos dibujos las ruedas se han numerado por 121, 131... 231, 241 respectivamente, el banda-
je o llanta de rodaje de aleación con "memoria" está numera-
do por 122, 132.... 232, 242, respectivamente, y la capa
5 elástica está numerada por 123, 133...., 233, 243, res-
pectivamente. Se verá que son posibles varias configura-
ciones geométricas dentro del concepto básico de propor-
cionar una capa elástica y también se verá que, por ejem-
plo, en las realizaciones preferidas ilustradas en las
10 Figs. 12, 19, 20, 22, 23 y 24, la llanta de rodaje o el
bandaje, por una parte, y la superficie de soporte de car-
ga de la rueda, por otra parte, están preferiblemente con-
figuradas y dispuestas de modo que el bandaje o la llanta
esté frenado imperativamente contra resbalamiento fuera
15 de la rueda, incluso cuando la capa elástica quede dañada
o degradada. Por ejemplo, en la realización especialmen-
te preferida ilustrada en la Fig. 24, la superficie infe-
rior del bandaje 242 es de forma de V y coopera con una
garganta de forma de V correspondiente en la superficie
20 exterior de la rueda 241.

En la realización ilustrada en la Fig. 25 se ha
previsto un miembro 254 de acero de resorte entre la llan-
ta de rodaje 252 y la rueda 251, a fin de dotarla de la
elasticidad deseada. También se puede prever, opcional-
mente, material elástico 253.

En la Fig. 26 se ha ilustrado una rueda 261 en
la cual la elasticidad deseada se ha proporcionado, en
este caso, por la propia llanta de rodaje 262 de metal con
"memoria". Como se ha ilustrado, la llanta de rodaje 262,
30 hecha, por ejemplo, de una aleación de Nitinol, está ar-

queda en sentido de separarse de la supercie de la rueda, a fin de proporcionar las deseadas características de resorte. Opcionalmente se proporciona una capa de material elástico 263.

5 Finalmente, en la Fig. 27 se ha ilustrado otra forma de rueda 271 de acuerdo con el presente invento, en la cual se ha previsto una capa elástica 273 entre el cubo 274 y el cuerpo exterior de la rueda 272, la cual esté hecha de una aleación con "memoria".

10 Les denominaciones "bandaje" y "llanta de rodaje", tal como se usan en esta Memoria Descriptiva, incluyen en general todos los miembros que tengan una superficie de rodaje sobre los mismos que haga contacto con el carril. Así, mientras que algunos miembros pueden ser corrientemente considerados como bandajes por los expertos en la técnica y otros miembros como llantas de rodaje, en la presente Memoria descriptiva se entiende que cada uno de dichos términos incluye al otro.

15 Se apreciará que el presente invento proporciona una rueda y un método para fabricar tal rueda, que es especialmente adecuada para los modernos sistemas de tránsito rápido de masas. No obstante, también puede ser utilizado ventajosamente en otros sistemas de ferrocarril y puede usarse, por ejemplo, en camiones y trenes de mercancías y en otros vehículos de ferrocarril. En este aspecto, otra ventaja significativa del presente invento es que el mismo proporciona un conjunto de rueda más ligero que el que ha sido posible hasta el presente usando bandajes de acero y llantas de rodaje de acero. Esto conduce a una mejora significativa en la dinámica de la rueda, debido a

20

25

30

que la masa inferior carente de suspensión constituida por la rueda puede ser más fácilmente obligada a mantenerse contra el carril mediante los resortes del vehículo, cuando una imperfección en la superficie del carril hace que la rueda salte hacia arriba.

Otras modificaciones y variaciones de acuerdo con el presente invento resultarán evidentes para los expertos en la técnica.

10

15

20

25

30

REIVINDICACIONES.

5 Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Una rueda perfeccionada diseñada en particular para un vehículo de marcha sobre carril, en la que el bandaje o llanta de rodaje de la misma consiste en un miembro hecho de una aleación con "memoria" o comprende a dicho miembro.

15 2ª.- Una rueda según la reivindicación 1ª, en la que el bandaje o llanta de rodaje está hecho de una aleación con "memoria".

20 3ª.- Una rueda según la reivindicación 2ª, en la que el bandaje o llanta de rodaje ha sido aplicado dilatándolo para ello diametralmente mientras la aleación con "memoria" estaba en su estado martensítico, colocándolo alrededor de una superficie de apoyo de la rueda, y haciendo que se caliente hasta el estado austenítico de modo que se contraiga y coja la rueda con fuerza de compresión.

25 4ª.- Una rueda según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, en la que la llanta de rodaje está provista de una pestaña anular hecha de la aleación con "memoria", cuya pestaña apoya a tope en la pestaña interior de la rueda para proporcionar sobre la misma una superficie de apoyo de aplicación al carril.

30

5^a.- Una rueda según cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 3^a, en la que el bandaje está formado de modo que proporcione una pestaña interior para aplicación a un carril.

5 6^a.- Una rueda según la reivindicación 1^a, en la que uno o más miembros de aleación con "memoria" - actúan para retener un bandaje o llanta de rodaje separado en posición sobre la rueda.

10 7^a.- Una rueda según la reivindicación 6^a, en la que una llanta de rodaje separada está sujeta en posición por dos anillos de retención de aleación con "memoria" provistos de pestañas anulares, las cuales se aplican a los bordes circunferenciales superiores del bandaje o llanta.

15 8^a.- Una rueda según la reivindicación 6^a, en la que un bandaje o llanta de rodaje separado es mantenido en posición por las fuerzas de compresión que fueron ejercidas sobre el mismo por un aro de aleación con "memoria" situado entre dicha llanta o bandaje y la rueda al aumentar el aro de grosor durante la contracción radial alrededor de dicha rueda.

20 9^a.- Una rueda según cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 8^a, en la que la rueda está provista de una garganta en la cual está situado el bandaje o llanta de retención.

25 10^a.- Una rueda según cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 9^a, en la que la aleación con "memoria" es una aleación de titanio.

30 11^a.- Una rueda según la reivindicación 10^a, en la que la aleación con "memoria" es una aleación bina-

ria o ternaria de titanio y níquel, conteniendo desde aproximadamente el 43% hasta aproximadamente el 48% en peso de titanio.

5 12^a.- Una rueda según la reivindicación 11^a, en la que la aleación consiste esencialmente en titanio en proporción del 43% al 45% en peso, hierro en proporción del 2% al 5% en peso, no más del 1% en peso de otros elementos, y el resto de níquel.

10 13^a.- Una rueda según la reivindicación 11^a o la reivindicación 12^a, en la que la aleación contiene de aproximadamente el 43,4% a aproximadamente el 44,4% en peso de titanio.

15 14^a.- Una rueda según cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 13^a, en la que la aleación con "memoria" tiene un coeficiente de adherencia sobre el carril de acero no inferior a 0,14.

20 15^a.- Una rueda según la reivindicación 14^a, en la que la aleación con "memoria" tiene un coeficiente de adherencia sobre un carril de acero no inferior a 0,2.

20 16^a.- Una rueda según cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 15^a, en que se han previsto medios auxiliares entre el bandaje o llanta de rodaje y la rueda.

25 17^a.- Una rueda según la reivindicación 16^a, en la que dichos medios auxiliares son elásticos.

18^a.- Una rueda según la reivindicación 17^a, en la que los medios auxiliares comprenden una capa de un material polímero natural o sintético dispuesta entre el bandaje o la llanta y la rueda.

30 19^a.- Una rueda según la reivindicación 18^a,

5 en la que el material polímero es un caucho natural o sintético, un elastómero fluorocarbonado, un copolímero de etileno/propileno, un terpolímero dieno conjugado de etileno/propileno, un polietileno clorosulfonado, neopreno, un copolímero de acetato de vinilo/etileno, una resina de polisulfuro, un poliacrilato, un polibutadieno, un copolímero de butadieno/estireno, poliisobutileno, poliisopreno, una resina epoxídica flexible, polietileno de alta densidad o un poliuretano.

10 20a.- Una rueda según las reivindicaciones 18a o 19a, en la que el material polímero es eléctricamente conductor.

15 21a.- Una rueda según la reivindicación 20a, en la que el material polímero contiene una carga de negro de humo o metal.

22a.- Una rueda según cualquiera de las reivindicaciones 17a a 21a, en que los medios elásticos comprenden un miembro de resorte dispuesto entre el bandaje o llanta de rodaje y la rueda.

20 23a.- Una rueda según cualquiera de las reivindicaciones 1a a 22a, en la que el bandaje o la llanta de rodaje hecho de la aleación con "memoria" es un miembro de resorte.

25 24a.- Una rueda según cualquiera de las reivindicaciones 1a a 23a, en la que se ha previsto una capa de material elástico entre el cuerpo principal de la rueda y el cubo de la misma.

30 25a.- Una rueda según cualquiera de las reivindicaciones 1a a 24a, en la que el bandaje o llanta de rodaje y la superficie cooperante de la rueda están con-

formadas y dispuestas de modo que el bandaje o la llanta de rodaje es retenido imperativamente por la rueda.

5 26ª.- Una rueda según la reivindicación 25ª, en la que el bandaje o llanta de rodaje está provisto de una protuberancia de forma de V en una superficie interior, la cual coopera con una garganta de forma de V en la superficie exterior de la rueda.

10 27ª.- Una rueda según las reivindicaciones 25ª y 26ª, en la que se ha previsto un material elástico en la zona en la cual el bandaje o llanta de rodaje está retenido por la rueda.

28ª.- "UNA RUEDA PERFECCIONADA DISEÑADA EN PARTICULAR PARA UN VEHICULO DE MARCHA SOBRE CARRIL".

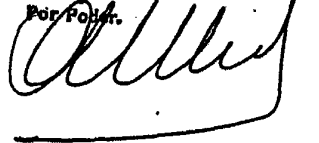
15 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de treinta y dos hojas escritas a máquina por una sola cara.

20

Madrid, 06.NOV.1979

P.A.

Fernando de Elizaburu
Por Poder.

25

30

agn.

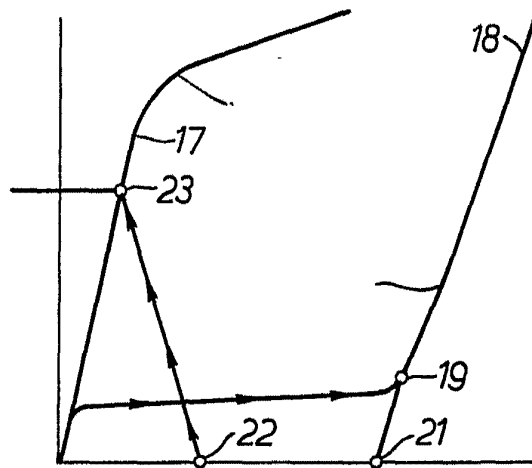
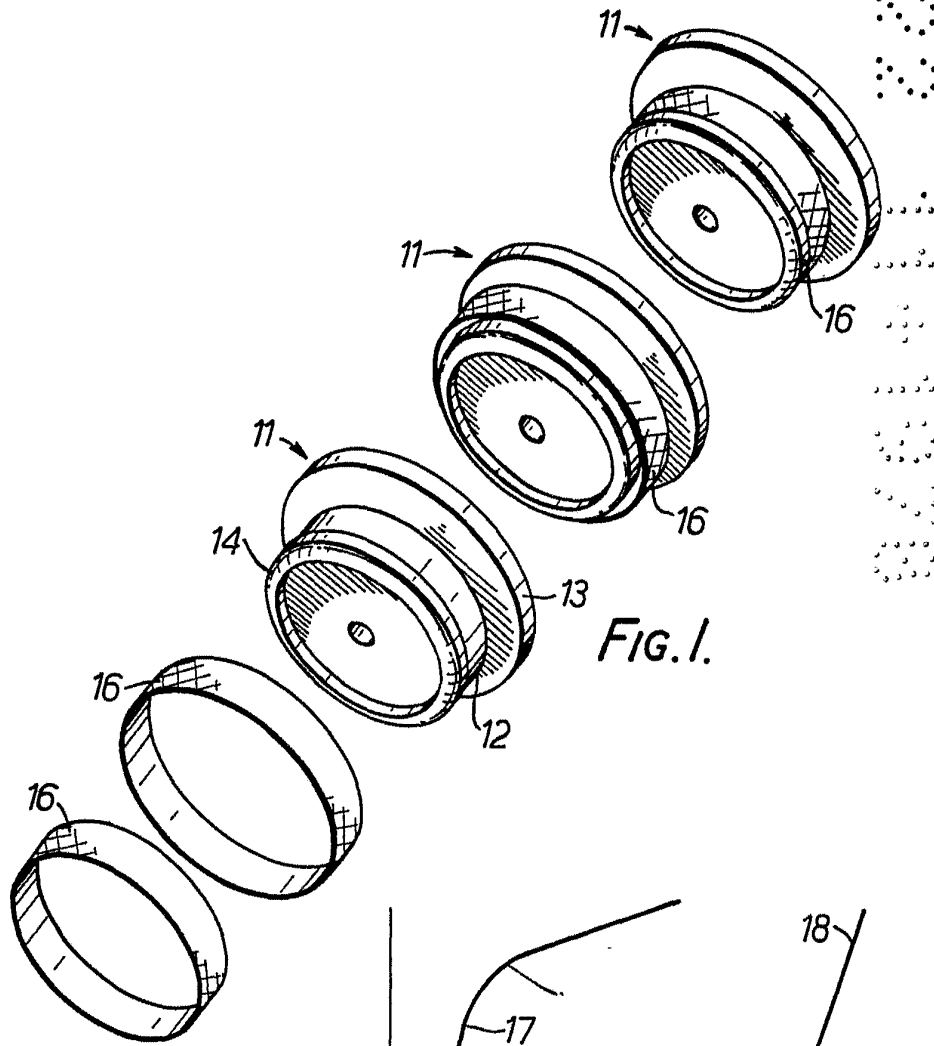


FIG. 2.

Fernando de Elizabury
Por Poder

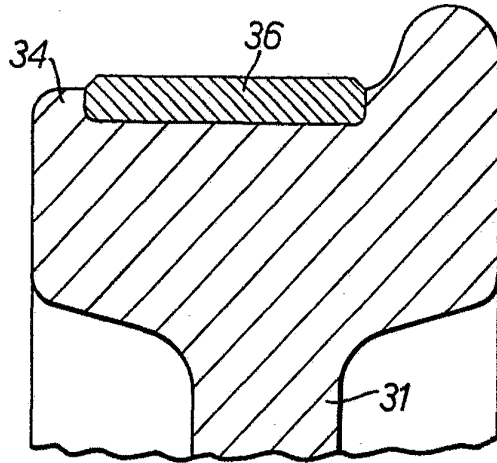


FIG. 3.

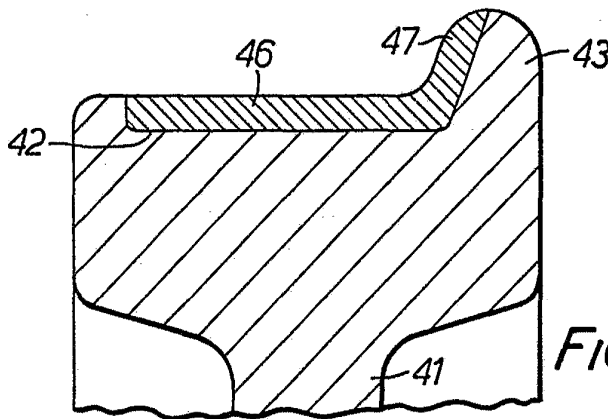


FIG. 4.

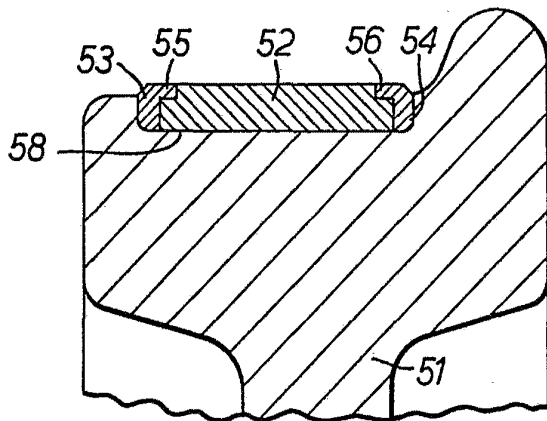


FIG. 5.

70181

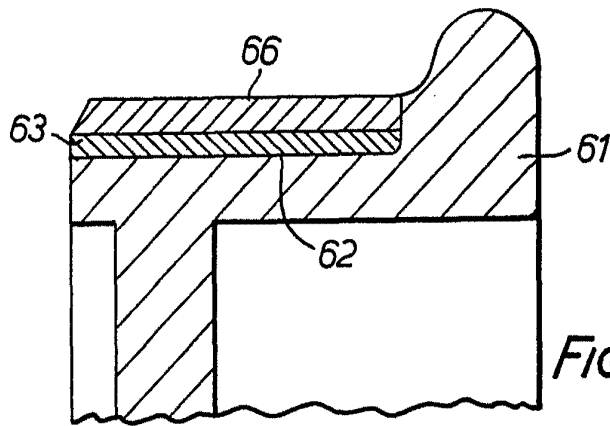


FIG. 6.

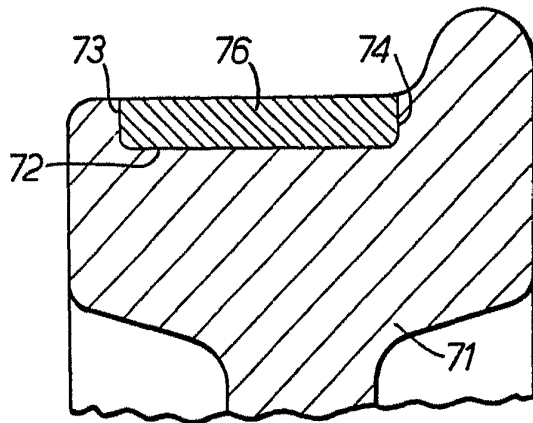


FIG. 7.

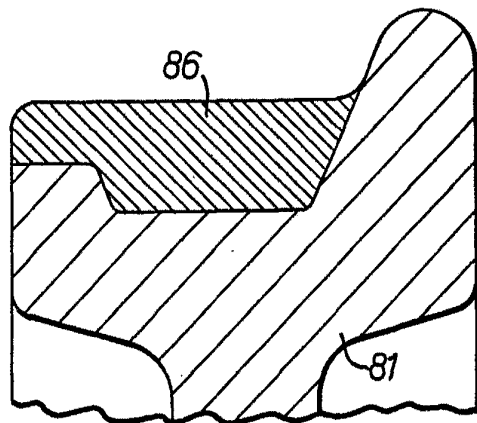
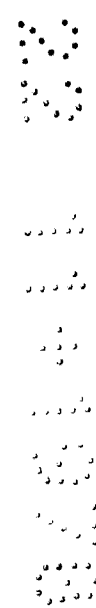


FIG. 8.



Fernando de Lizaburo
Por Poder.

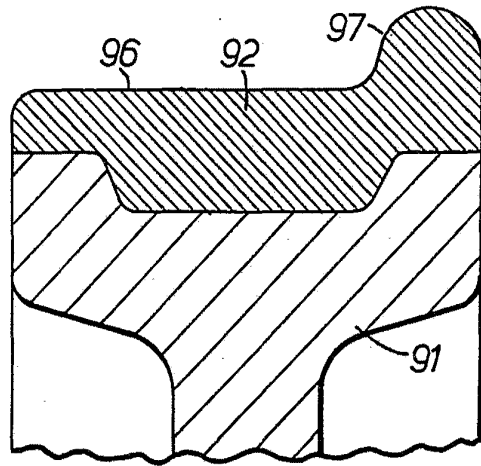


FIG. 9.

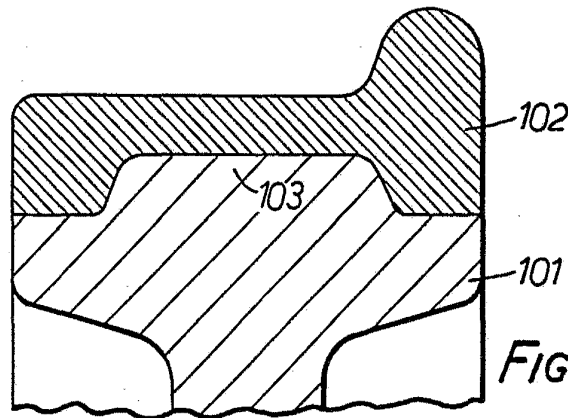


FIG. 10.

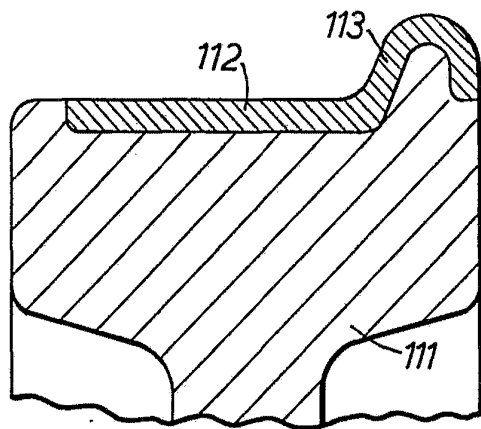


FIG. 11.

Fernando de Elizaburu
Por Poder.

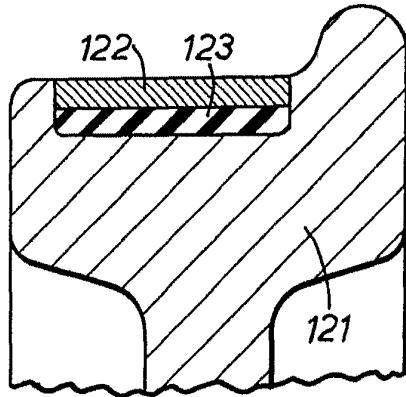


FIG.12.

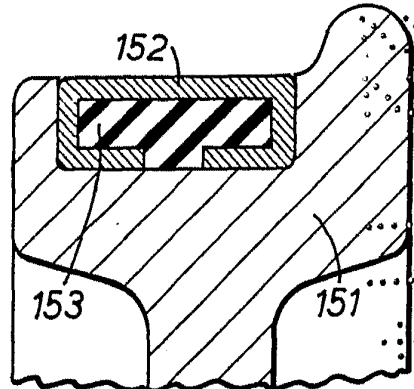


FIG.15.

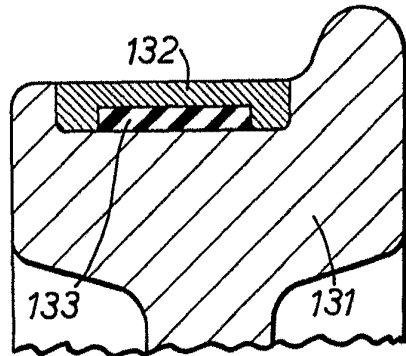


FIG.13.

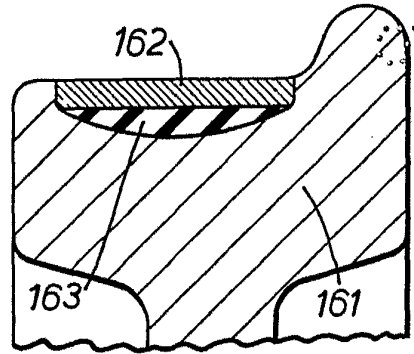


FIG.16.

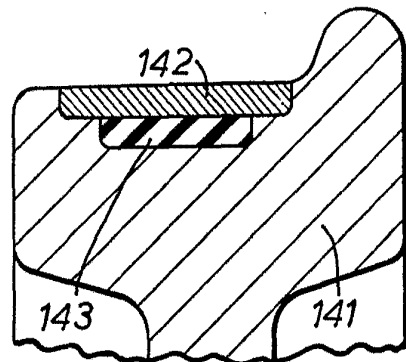


FIG.14.

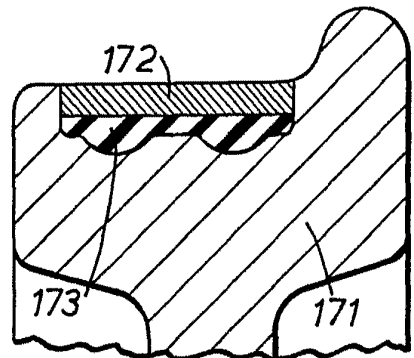


FIG.17.

Fernando de Azaburo
Por Poder

70181

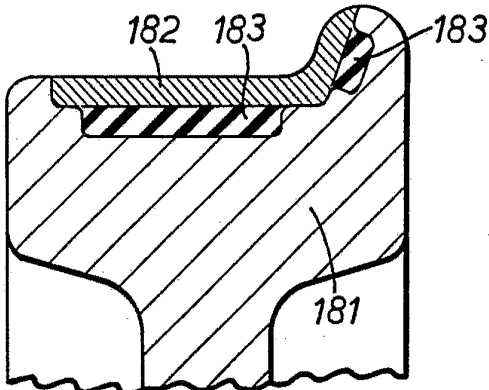


FIG.18.

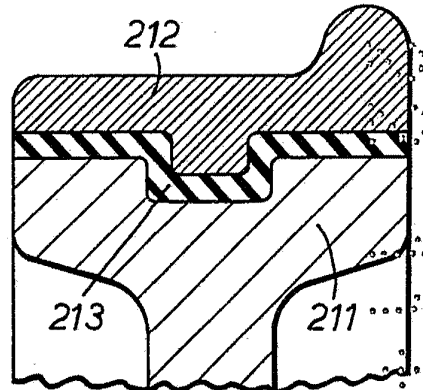


FIG.21.

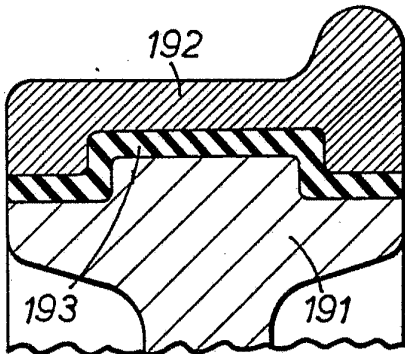


FIG.19.

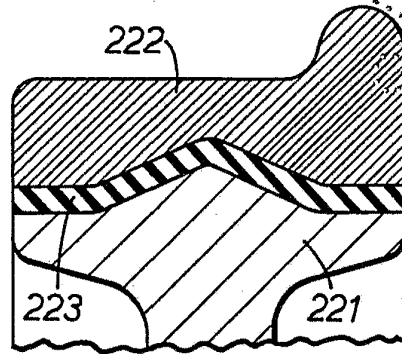


FIG.22.

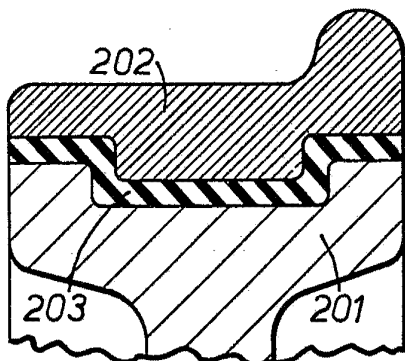


FIG.20.

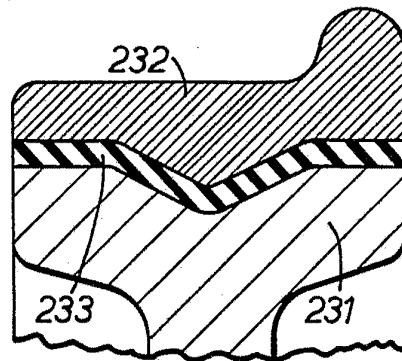


FIG.23.

Fernando de Alzabura
Por Poder

70181

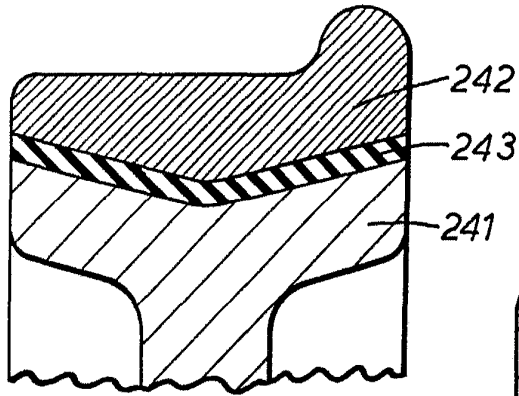


FIG.24.

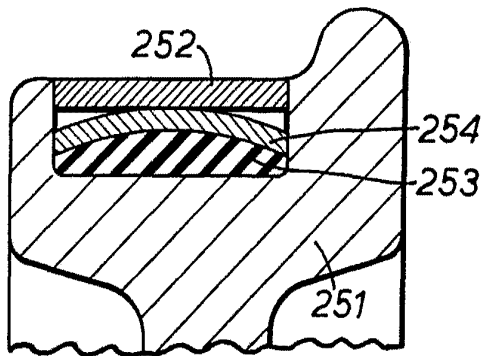


FIG.25.

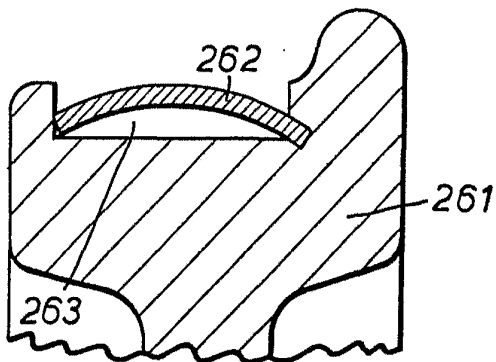


FIG.26.

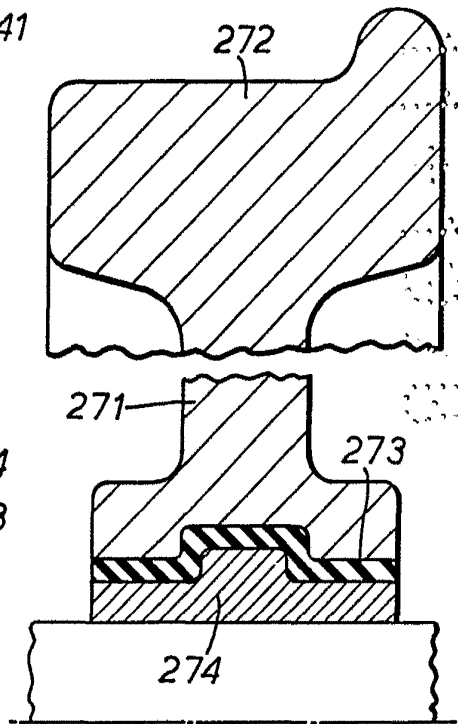


FIG.27.