

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 957 736**

51 Int. Cl.:

B61F 5/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.05.2018 PCT/EP2018/062221**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.11.2018 WO18206771**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2018 E 18728047 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2023 EP 3621865**

54 Título: **Tren de rodadura para un vehículo ferroviario y vehículo ferroviario asociado**

30 Prioridad:

11.05.2017 GB 201707571

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

24.01.2024

73 Titular/es:

**ALSTOM HOLDINGS (100.0%)
48 rue Albert Dhalenne
93400 Saint-Ouen-sur-Seine, FR**

72 Inventor/es:

**CARL, FEDERIC;
SCHÖNEMANN, THIMO;
WOLF, ANDREAS y
AUER, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 957 736 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

Tren de rodadura para un vehículo ferroviario y vehículo ferroviario asociado

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se relaciona con un tren de rodadura para un vehículo ferroviario, en particular de una locomotora. También se relaciona con un vehículo provisto de uno o más de tales trenes de rodadura.

Antecedentes de la técnica

10 Los vehículos ferroviarios a menudo comprenden dos etapas de suspensión, a saber, una etapa de suspensión primaria entre el eje y el bastidor del tren de rodadura y una etapa de suspensión secundaria entre el bastidor del tren de rodadura y la carrocería del vehículo. La etapa de suspensión primaria garantiza la estabilidad del vehículo y minimiza la carga sobre la infraestructura, particularmente en las curvas. Para cumplir estas funciones, la suspensión primaria debe tener una rigidez baja en la dirección longitudinal del vehículo, de modo que el eje de la rueda pueda girar alrededor de un eje vertical, y una rigidez alta en la dirección transversal para garantizar una estabilidad de marcha suficiente.

15 La etapa de suspensión primaria de muchos vehículos ferroviarios, en particular locomotoras, incluye resortes primarios, tales como resortes helicoidales, que tienen la misma rigidez en las direcciones longitudinal y transversal. Por lo tanto, no se puede cumplir el requisito antes mencionado de una alta rigidez transversal y una baja rigidez longitudinal simultáneas. Por razones de seguridad, se concede prioridad a la estabilidad de marcha y, por ello, los muelles primarios están diseñados para que tengan una alta rigidez horizontal. Esto da como resultado una alta rigidez longitudinal y mayores cargas sobre las vías.

20 Una suspensión primaria que comprende resortes helicoidales que tiene una baja rigidez horizontal se propuso en el documento de patente europea EP1569835. Para aumentar la rigidez lateral de la suspensión primaria, se monta un resorte adicional de caucho-metal paralelo a los resortes helicoidales. El resorte de caucho-metal tiene una rigidez más alta en dirección transversal que en dirección longitudinal y vertical. De esta manera, se aumenta la rigidez transversal mientras que la rigidez longitudinal permanece virtualmente inalterada. Sin embargo, se necesita espacio adicional para la conexión paralela de los resortes de caucho-metal y los resortes helicoidales.

25 Otro diseño engorroso con múltiples resortes paralelos para generar diferente rigidez longitudinal y transversal se conoce por el documento US4674413.

30 Una conexión en serie de dos resortes se conoce por el documento de patente europea EP2000383. En este caso, un resorte helicoidal y un segundo resorte de caucho-metal conectado en serie proporcionan juntos una característica elástica de dos etapas. Sin embargo, no se obtiene ninguna diferenciación de la rigidez en las direcciones longitudinal y transversal. Un tren de rodadura similar con dos resortes en serie se conoce por el documento de patente japonesa JP 2007 045275. Un tren de rodadura con las características del preámbulo de la reivindicación 1 se conoce por el documento de patente japonesa JP H03 70569 U.

Compendio de la invención

35 La invención tiene como objetivo proporcionar un tren de rodadura con una suspensión de dos etapas que tenga una característica de etapa primaria mejorada, para proporcionar una rigidez longitudinal baja y una rigidez transversal más alta en un diseño compacto.

40 Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un tren de rodadura para un vehículo ferroviario, que comprende uno o más juegos de ruedas, que tiene cada uno de ellos un eje de revolución, estando guiado cada uno de los juegos de ruedas por un par de cajas de grasa espaciadas transversalmente, un bastidor del tren de rodadura, un conjunto de suspensión primaria entre cada una de las cajas de grasa y el bastidor del tren de rodadura, y una etapa de suspensión secundaria para soportar una superestructura del vehículo ferroviario sobre el bastidor del tren de rodadura, en donde cada conjunto de suspensión primaria comprende al menos un conjunto de resorte principal que tiene una rigidez vertical y una rigidez horizontal que es idéntica en una dirección transversal del bastidor del tren de rodadura y en una dirección longitudinal del bastidor del tren de rodadura perpendicular a la dirección transversal.

45 El conjunto de suspensión primaria comprende, además, un conjunto de interfaz anisotrópico en serie con el conjunto de resorte principal entre el bastidor del tren de rodadura y la caja de grasa, en donde el conjunto de interfaz anisotrópico es tal que el conjunto de suspensión primaria tiene una rigidez transversal y una rigidez longitudinal, en donde el la rigidez transversal es sustancialmente diferente de la rigidez longitudinal.

50 La conexión en serie de dos conjuntos de resortes con características diferentes permite definir la rigidez longitudinal y la rigidez transversal resultantes independientemente una de otra.

El conjunto de interfaz anisotrópico comprende un asiento de resorte intermedio para recibir un extremo del conjunto de resorte principal, que puede ser un extremo superior si el conjunto de interfaz anisotrópico está ubicado entre el

conjunto de resorte principal y el bastidor del tren de rodadura, o un extremo inferior si el conjunto de interfaz anisotrópico está ubicado entre el conjunto del resorte principal y la caja de grasa.

5 El conjunto de interfaz anisotrópico comprende una estructura de guía y medios de guía para limitar o suprimir al menos dos grados de libertad de movimiento del asiento de resorte intermedio con respecto a la estructura de guía, comprendiendo al menos un grado de libertad de traslación en una dirección longitudinal o transversal y al menos un grado de libertad de rotación alrededor de un eje longitudinal o transversal. Los medios de guía son tales que limitan o suprimen al menos un grado de libertad de traslación en la dirección transversal y al menos un grado de libertad de rotación alrededor de un eje paralelo al eje longitudinal. Ventajosamente, la interfaz anisotrópica comprende al menos un elemento resiliente entre la estructura de guía y el asiento de resorte intermedio.

10 Según una realización, los medios de guía son tales que el asiento de resorte intermedio tiene sólo un grado de libertad de rotación con respecto a la estructura de guía, alrededor de un eje de rotación transversal.

Según una forma de realización, los medios de guía son tales que el asiento de resorte intermedio sólo tiene un grado de libertad de traslación con respecto a la estructura de guía, paralelo a la dirección longitudinal del tren de rodadura.

15 El espacio de instalación, en particular la altura, es una limitación para acomodar los conjuntos de resorte primero y segundo. Según una realización preferida, el conjunto de resorte principal consiste en uno o más resortes helicoidales. Preferiblemente, el conjunto de interfaz anisotrópico está recibido, al menos parcialmente, en un volumen interior confinado axial y radialmente dentro de uno o más resortes helicoidales del conjunto de resorte principal.

20 Según una realización, el conjunto de interfaz anisotrópico tiene una rigidez torsional alrededor de un eje de avance paralelo a la dirección transversal. Preferiblemente, la rigidez torsional es sustancialmente constante o aumenta cuando aumenta la deflexión angular con respecto a una posición nominal.

25 La rigidez longitudinal tiene un componente de rigidez al cizallamiento y un componente de rigidez a la flexión alrededor de un eje transversal. Según una realización, el eje de avance está situado por encima de un extremo superior del conjunto de resorte principal o por debajo de un extremo inferior del conjunto de resorte principal. Preferiblemente, la rigidez longitudinal del conjunto de suspensión primaria es tal que uno o más juegos de ruedas pueden pivotar alrededor de un eje vertical del tren de rodadura.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un vehículo ferroviario, en particular una locomotora, provisto de al menos un tren de rodadura como el descrito anteriormente en esta memoria.

Breve descripción de las figuras

30 Otras ventajas y características de la invención resultarán más claramente evidentes a partir de la siguiente descripción de una realización específica de la invención proporcionada únicamente como ejemplos no restrictivos y representada en los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista lateral esquemática de un tren de rodadura según una realización de la invención;
- la figura 2 es una vista desde arriba esquemática del tren de rodadura de la figura 1
- la figura 3 ilustra una primera realización de una suspensión primaria del tren de rodadura de la figura 1;
- 35 - la figura 4 es una sección transversal de una suspensión primaria según una segunda realización de la invención;
- la figura 5 es una vista lateral desde la suspensión primaria de la figura 4;
- la figura 6 es una sección transversal de una suspensión primaria según una tercera realización de la invención en el plano VI-VI de la figura 7;
- la figura 7 es otra sección transversal de la suspensión primaria de la figura 6, en el plano VII-VII de la figura 6;
- 40 - la figura 8 es una sección transversal de una suspensión primaria según una cuarta realización de la invención;
- la figura 9 es una sección de la suspensión primaria de la figura 8 en el plano IX-IX de la figura 8;
- la figura 10 es una vista lateral de una suspensión primaria según una quinta realización de la invención;
- la figura 11 es una sección transversal de la suspensión primaria de la figura 10, en el plano XI-XI de la figura 10;
- 45 - la figura 12 es una sección transversal de la suspensión primaria de la figura 10, en el plano XII-XII de la figura 11;
- la figura 13 es una sección transversal de una suspensión primaria según una sexta realización de la invención;

- la figura 14 es una sección de la suspensión primaria de la figura 13 en el plano XIV-XIV de la figura 13;
- la figura 15 es una ilustración esquemática de un tren de rodadura según una séptima realización de la invención;
- la figura 16 es una sección transversal de una suspensión primaria del tren de rodadura de la figura 15;
- la figura 17 es una sección de la suspensión primaria de la figura 15 en el plano XVII-XVII de la figura 16.

5 Los números de referencia correspondientes se refieren a las mismas partes o a partes correspondientes en cada una de las figuras.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

10 Las figuras 1 y 2 son ilustraciones esquemáticas de una parte de un vehículo ferroviario 10 que comprende una superestructura del vehículo 12 tal como la carrocería de un vehículo o un bastidor de un vehículo soportado sobre un tren de rodadura 14. El tren de rodadura 14 está diseñado como un bogie provisto de al menos dos juegos de ruedas 16, un bastidor de tren de rodadura 18, una etapa de suspensión primaria 20 entre los juegos de ruedas 16 y el bastidor del tren de rodadura 18 y una etapa de suspensión secundaria 22 entre el bastidor del tren de rodadura 18 y la superestructura del vehículo 12. La etapa de suspensión secundaria 22 puede comprender resortes verticales tales como resortes helicoidales, resortes de láminas o resortes neumáticos para soportar verticalmente la superestructura del vehículo 12 sobre el bastidor del tren de rodadura 18, así como amortiguadores. También puede incluir resortes o amortiguadores laterales o longitudinales. El bastidor del tren de rodadura 18 define un eje de referencia longitudinal LL y un eje de referencia transversal TT perpendicular a un eje de referencia vertical VV.

20 Cada juego de ruedas 16 comprende un par de ruedas izquierda y derecha 24 unidas a un eje 26 guiado por un par de cajas de grasa 28 lateralmente opuestas para girar alrededor de un eje de revolución RR. En una posición de reposo estándar del vehículo ferroviario sobre una vía horizontal recta, los ejes de revolución RR de los juegos de ruedas 16 son horizontales y paralelos entre sí y al eje de referencia transversal TT del bastidor del tren de rodadura 18.

25 La etapa de suspensión primaria 20 comprende un conjunto de suspensión primaria 30 entre cada caja de grasa 28 y el bastidor del tren de rodadura 18. Cada conjunto de suspensión primaria 30 comprende un conjunto de resorte principal 32 y un conjunto de interfaz anisotrópico 34, en serie con el conjunto de resorte principal 32, que puede ubicarse entre el conjunto de resorte principal 32 y la caja de grasa 28 o entre el conjunto de resorte principal 32 y el bastidor del tren de rodadura 18.

30 Según una primera realización del conjunto de suspensión primaria ilustrado en la figura 3, el conjunto de resorte principal 32 consiste en un resorte helicoidal que se extiende entre y se apoya contra un asiento de resorte inferior 38 unido rígidamente a o integral con la caja de grasa 28 y un asiento de resorte intermedio 40, que es parte del conjunto de interfaz anisotrópico 34. El conjunto de resorte principal 32 tiene una rigidez vertical K_{1v} y una rigidez horizontal K_{1h} , que es idéntica en las direcciones transversal y longitudinal del bastidor del tren de rodadura.

35 El conjunto de interfaz anisotrópico 34 consiste en el asiento de resorte intermedio 40, una estructura de guía 42 que está rígidamente unida a o es integral con el bastidor del tren de rodadura 18 y una estructura elastomérica intermedia 44 que se extiende entre el asiento de resorte intermedio 40 y la estructura de guía 42. La estructura de guía 42 comprende una superficie cilíndrica convexa rígida superior 46 que mira hacia una superficie cilíndrica cóncava rígida inferior 48 formado en el asiento de resorte intermedio 40. La estructura elastomérica intermedia 44 forma una capa cilíndrica entre las superficies cilíndricas cóncava y convexa 46, 48.

40 El eje del cilindro CC está ubicado por encima del conjunto de resorte principal 32. Singularmente, el asiento de resorte intermedio 40 tiene forma de copa y tiene una parte central 50 que se extiende dentro del espacio cilíndrico interior CS rodeado por el resorte helicoidal. Como resultado, el conjunto de interfaz anisotrópico 34 se superpone parcialmente con el conjunto de resorte principal 32 en la dirección vertical y la altura total del conjunto de suspensión primaria 30 no aumenta sustancialmente por la presencia del conjunto de interfaz anisotrópico 34.

45 Esta disposición permite que el asiento de resorte intermedio 40 pivote con respecto a la estructura de guía 42 alrededor del eje del cilindro CC con una rigidez baja. Este movimiento se denomina inclinación y da como resultado una libertad de movimiento limitada de cada caja de grasa 28 en la dirección longitudinal LL. Por otro lado, debido a la forma cilíndrica de la capa elastomérica 44, la rigidez de giro alrededor de un eje perpendicular al eje del cilindro CC es sustancialmente más alta que en la dirección longitudinal LL.

50 El conjunto de interfaz anisotrópico 34 reduce sustancialmente la rigidez longitudinal de cada conjunto de suspensión primaria 30 y no afecta sustancialmente a la rigidez en las direcciones vertical y transversal.

La libertad de movimiento de cada caja de grasa 28 con respecto al bastidor del tren de rodadura 18 en la dirección longitudinal LL del bastidor del tren de rodadura permite que cada eje de rueda 26 pivote alrededor de un eje vertical imaginario para minimizar la carga sobre la vía.

Debido al diseño compacto del conjunto de interfaz anisotrópico 34 dentro del conjunto de resorte principal 32, esta realización es particularmente adecuada para la modernización de vehículos preexistentes.

5 Las figuras 4 y 5 ilustran una segunda realización de un conjunto de suspensión primaria para usar con el tren de rodadura de las figuras 1 y 2. Esta realización difiere de la realización de la figura 3 principalmente porque el conjunto de interfaz anisotrópico 34 comprende dos estructuras 134 que están espaciadas entre sí en dirección transversal, de modo que una viga longitudinal 180 del bastidor del tren de rodadura 18 se puede acomodar entre las dos estructuras. Las dos estructuras separadas 134 se extienden verticalmente entre un soporte 182 del tren de rodadura 18 y el asiento de resorte intermedio 40. En consecuencia, la estructura de guía comprende dos elementos de guía 142, cada uno de los cuales tiene una superficie cilíndrica convexa rígida 146. El asiento de resorte intermedio 40 tiene dos superficies cilíndricas cóncavas rígidas 148, cada una de las cuales mira hacia una de las dos superficies cilíndricas convexas rígidas 146 de la estructura de guía 42. Cada estructura 134 comprende, además, una capa elastomérica 144 entre la superficie cilíndrica rígida convexa asociada 146 y la superficie cilíndrica cóncava rígida 148.

El comportamiento del conjunto de interfaz anisotrópico 34 y de todo el conjunto de suspensión primaria es esencialmente el mismo que para la realización de la figura 3.

15 La realización de las figuras 6 y 7 difiere de la realización de la figura 3 en que la estructura de guía 42 comprende una superficie plana rígida superior 246 que mira a una superficie plana paralela 248 formada en el asiento de resorte intermedio 40. La estructura elastomérica intermedia 44 forma una capa plana de espesor constante entre las superficies planas 46, 48. La estructura de guía 42 está provista de una protuberancia 242 que coopera con un rebaje 240 provisto en el asiento de resorte intermedio 40 a través de un agujero pasante 244 provisto en la capa elastomérica 44. Un espacio libre limitado predefinido TG se forma entre la protuberancia 242 y las paredes del rebaje 240 en la dirección transversal TT. Un espacio libre más grande LG se forma entre la protuberancia 242 y las paredes del rebaje 240 en la dirección longitudinal LL. Cuando la suspensión primaria se somete a una carga transversal por encima de un umbral predeterminado, la protuberancia 242 de la estructura de guía 42 se apoya contra las paredes para limitar la deflexión en la dirección transversal. Por encima de este umbral, la rigidez del conjunto de suspensión primaria 30 en la dirección transversal TT está determinada únicamente por el conjunto del resorte principal 32. En la dirección longitudinal LL, por otro lado, el juego LG entre la protuberancia 242 y las paredes del rebaje 240 es lo suficientemente grande como para permitir que el conjunto de interfaz anisotrópico 34 responda a toda la gama de cargas longitudinales dinámicas sin interferencia entre la protuberancia 242 y las paredes del rebaje 240.

30 Como variante, la protuberancia puede estar formada en el asiento de resorte intermedio 40 y el rebaje en la estructura de guía 42.

La realización de las figuras 8 y 9 difiere de la realización de la figura 3 en que el asiento de resorte intermedio 40 está provisto de paredes planas 340, que son perpendiculares a la dirección transversal y están en contacto deslizante con las paredes planas 342 correspondientes de la estructura de guía 42, para impedir cualquier movimiento del asiento de resorte intermedio 40 con respecto a la estructura de guía 42 en la dirección transversal TT. La rigidez transversal del conjunto de interfaz anisotrópico es extremadamente alta y la rigidez transversal general del conjunto de suspensión primaria es igual a la rigidez transversal del conjunto de resorte principal.

40 La realización de las figuras 10 a 12 difiere de la realización de la figura 3 en que el conjunto de interfaz anisotrópico 34 comprende varios elementos elastoméricos en paralelo, a saber, una capa elastomérica 444 entre un casquete esférico cóncavo 440 formado en el asiento de resorte intermedio 40 y un casquete esférico convexo 442 formado en la estructura de guía 42 y dos almohadillas elastoméricas 445 ubicadas transversalmente a ambos lados de la estructura del casquete esférico. Como se entenderá fácilmente, la estructura de casquete esférico tiene una rigidez al par torsor, que es sustancialmente idéntica en todas las direcciones, mientras que las dos almohadillas elastoméricas 445 limitan la libertad de rotación alrededor de un eje horizontal longitudinal. Las almohadillas elastoméricas 445 son, preferiblemente, curvadas y tienen, preferiblemente, el mismo eje de avance que la capa elastomérica 444. Según una variante de esta realización, los casquetes 440 y 442 pueden ser cilíndricos con un eje cilíndrico paralelo al eje transversal.

50 La realización de las figuras 13 y 14 difiere de la realización de la figura 3 en que el conjunto de interfaz anisotrópico 34 consiste en un conjunto de pivote entre el bastidor del tren de rodadura y el extremo superior del resorte helicoidal 32 del conjunto de resorte principal, para permitir que el extremo superior del resorte helicoidal 32 pivote sobre un eje de avance CC paralelo al eje de referencia transversal TT del bastidor del tren de rodadura 18. Más específicamente, la estructura de guía 42 consiste en una parte semicilíndrica macho 542 fijada al bastidor del tren de rodadura 18 mientras el asiento de resorte intermedio 40 está provisto de una parte semicilíndrica hembra 540. Las dos partes semicilíndricas están hechas de metal y preferiblemente revestidas para reducir la fricción. La parte macho 542 tiene dos paredes extremas planas 5420 que se apoyan contra dos paredes extremas planas 5400 de la parte hembra.

55 Como resultado, el conjunto de interfaz anisotrópico 34 proporciona un grado de libertad de rotación al extremo superior de los resortes helicoidales principales 32 alrededor del eje de avance CC. Cuando se somete a carga en la dirección longitudinal LL, el extremo superior del resorte helicoidal 32 no permanece paralelo a su extremo inferior y se permite que el resorte helicoidal 32 se doble ligeramente. En la dirección transversal TT, por otro lado, el conjunto de interfaz anisotrópico 34 no proporciona ningún grado de libertad y los dos extremos del resorte helicoidal 32

permanecen paralelos entre sí. Como resultado, la rigidez en la dirección longitudinal LL es sustancialmente más baja que en la dirección lateral TT.

5 El tren de rodadura de la figura 15 difiere del tren de rodadura de la figura 1 en que el conjunto de suspensión primaria 30 entre cada caja de grasa y el bastidor del tren de rodadura 18 comprende dos estructuras de suspensión primarias paralelas 630, que consisten, cada una, en un conjunto de resorte principal 32 en serie con un conjunto de interfaz anisotrópico 34 ilustrado en figuras 16 y 17. Más específicamente, el conjunto de resorte principal 32 consiste en un resorte helicoidal y el conjunto de interfaz anisotrópico 34 se coloca encima del resorte helicoidal 32, entre este último y el bastidor del tren de rodadura 18. El conjunto de interfaz anisotrópico 34 comprende una estructura de guía 42 fija respecto al bastidor del tren de rodadura 18, un asiento de resorte intermedio móvil 40 recibido dentro de la estructura de guía 42 y cuerpos rodantes 643, por ejemplo rodillos, que ruedan sobre pistas formadas en el asiento de resorte intermedio 40 y en la estructura de guía 42 para formar un rodamiento de rodillos lineal. Más específicamente, las pistas de rodadura están formadas en dos paredes horizontales opuestas de la estructura de guía 42 y del asiento de resorte intermedio 40 y en dos pares de paredes verticales opuestas de la estructura de guía 42 y del asiento de resorte intermedio 40, que son paralelas a la dirección longitudinal LL. Una holgura LG se proporciona entre la estructura de guía 42 y el asiento de resorte intermedio 40 en la dirección longitudinal LL. Como resultado, el asiento de resorte intermedio 40 tiene sólo un grado de libertad de traslación con respecto a la estructura de guía 42, concretamente en la dirección longitudinal LL del tren de rodadura. Se pueden agregar elementos resilientes entre la estructura de guía 42 y el asiento de resorte intermedio 40 para proporcionar cierta rigidez en la dirección longitudinal. En cualquier caso, la rigidez equivalente del conjunto de suspensión primaria 30 en la dirección transversal TT es igual a la rigidez horizontal del resorte principal 32, mientras que la rigidez equivalente en la dirección longitudinal LL es sustancialmente menor.

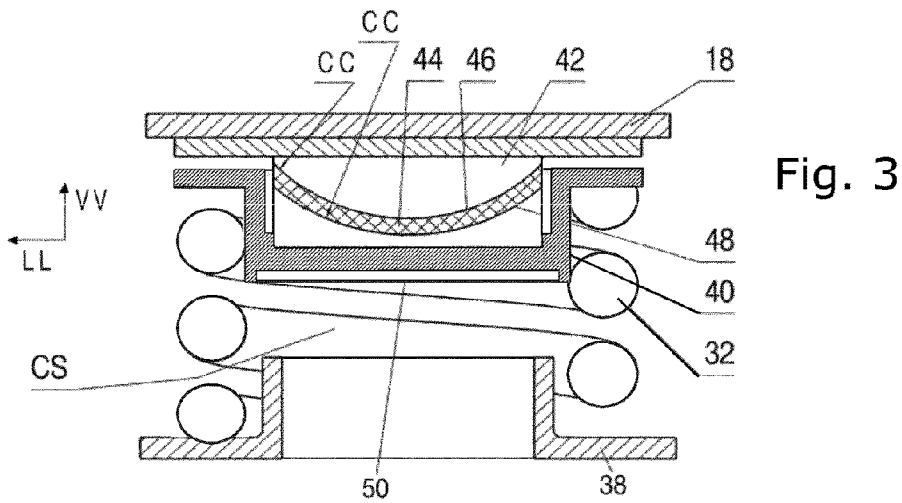
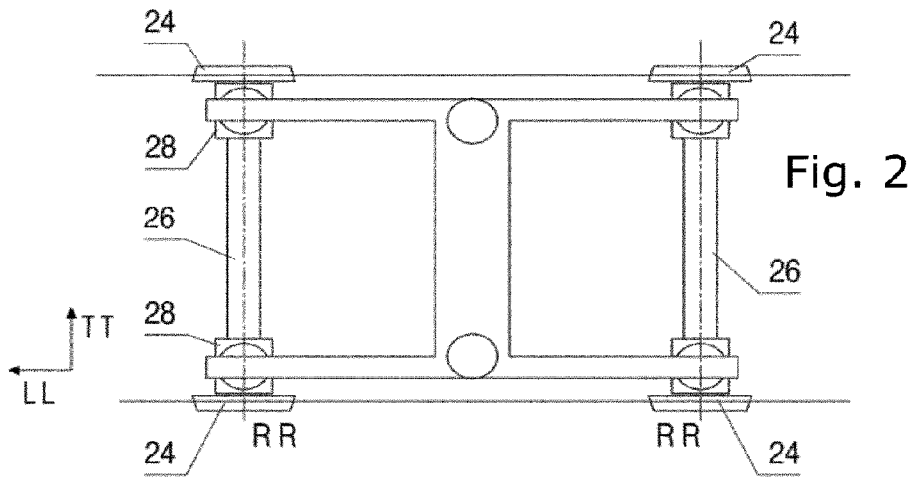
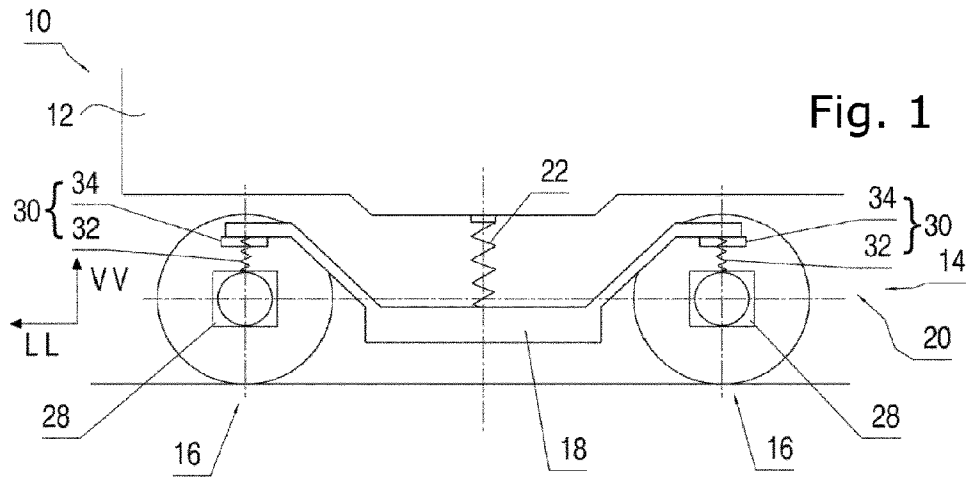
10

15

20

REIVINDICACIONES

1. Un tren de rodadura (14) para un vehículo ferroviario (10), que comprende uno o más juegos de ruedas (16), que tienen, cada uno de ellos, un eje de revolución (RR), estando guiado cada uno de los juegos de ruedas (16) por un par de cajas de grasa (28) espaciadas transversalmente, un bastidor del tren de rodadura (18), un conjunto de suspensión primaria (30), entre cada una de las cajas de grasa (28) y el bastidor del tren de rodadura (18), y una etapa de suspensión secundaria (22) para soportar una superestructura (12) del vehículo ferroviario (10) sobre el bastidor del tren de rodadura (18), en donde cada conjunto de suspensión primaria (30) comprende al menos un conjunto de resorte principal (32) que tiene una rigidez vertical y una rigidez horizontal que es idéntica en una dirección transversal (TT) del bastidor del tren de rodadura (18) y en una dirección longitudinal (LL) del bastidor del tren de rodadura (18) perpendicular a la dirección transversal (TT), en donde el conjunto de suspensión primaria comprende, además, un conjunto de interfaz anisotrópico (34), en serie con el conjunto de resorte principal (32), entre el bastidor del tren de rodadura (18) y la caja de grasa (28), en donde el conjunto de interfaz anisotrópico (34) es tal que el conjunto de suspensión primaria (30) tiene una rigidez transversal y una rigidez longitudinal, en donde la rigidez transversal es sustancialmente diferente de la rigidez longitudinal, en donde el conjunto de interfaz anisotrópico (34) comprende un asiento de resorte intermedio (40) para recibir un extremo del conjunto de resorte principal (32), en donde el conjunto de interfaz anisotrópico (34) comprende una estructura de guía (42) y medios de guía (46, 48, 146, 148, 242, 240, 340, 342, 440, 442, 540, 542) para limitar o suprimir al menos dos grados de libertad de movimiento del asiento de resorte intermedio (40) con respecto a la estructura de guía (42), comprendiendo al menos un grado de libertad de traslación en una dirección longitudinal o transversal y al menos un grado de libertad de rotación alrededor de un eje longitudinal o transversal, caracterizado por que los medios de guía son tales que limitan o suprimen al menos un grado de libertad de traslación en la dirección transversal (TT) y al menos un grado de libertad de rotación alrededor de un eje paralelo a la dirección longitudinal (LL).
2. El tren de rodadura de la reivindicación 1, en donde la interfaz anisotrópica comprende al menos un elemento resiliente (44, 144, 444, 445) entre la estructura de guía (42) y el asiento de resorte intermedio (40).
3. El tren de rodadura de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde los medios de guía son tales que el asiento de resorte intermedio (40) tiene sólo un grado de libertad de rotación con respecto a la estructura de guía (42), alrededor de un eje de rotación transversal (CC).
4. El tren de rodadura de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde los medios de guía son tales que el asiento de resorte intermedio (40) tiene sólo un grado de libertad de traslación con respecto a la estructura de guía (42), paralelo a la dirección longitudinal (LL) del tren de rodadura (14).
5. El tren de rodadura de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el conjunto de resorte principal (32) consiste en uno o más resortes helicoidales.
6. El tren de rodadura de la reivindicación 5, en donde el conjunto de interfaz anisotrópico (34) está recibido, al menos parcialmente, en un volumen interior (CS) confinado axial y radialmente dentro de uno o más resortes helicoidales del conjunto de resorte principal (32).
7. El tren de rodadura de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el conjunto de interfaz anisotrópico tiene una rigidez torsional alrededor de un eje de avance (CC) paralelo a la dirección transversal (TT).
8. El tren de rodadura de la reivindicación 7, en donde el eje de avance (CC) está situado por encima de un extremo superior del conjunto de resorte principal (32) o por debajo de un extremo inferior del conjunto de resorte principal (32).
9. El tren de rodadura de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la rigidez longitudinal del conjunto de suspensión primaria (30) es tal que uno o más juegos de ruedas pueden pivotar alrededor de un eje vertical del tren de rodadura.
10. Un vehículo ferroviario, en particular una locomotora, provisto de al menos un tren de rodadura según una de las reivindicaciones precedentes.



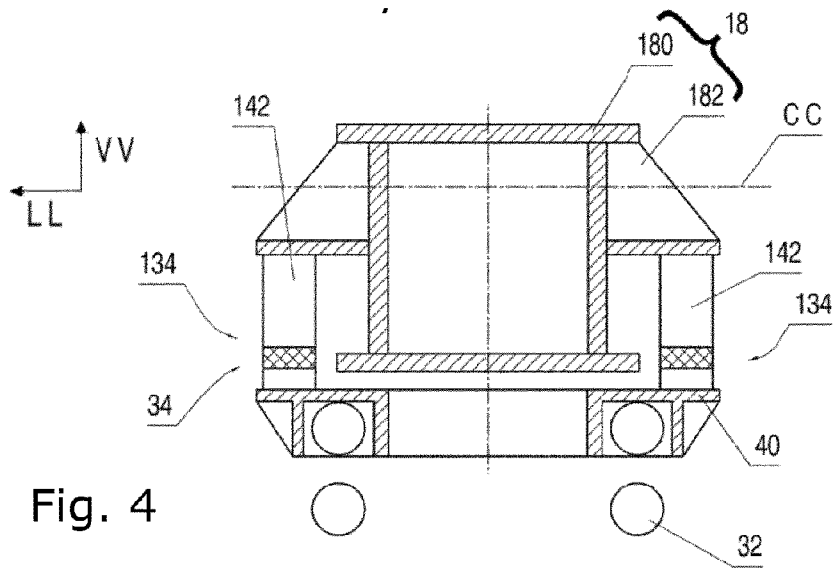


Fig. 4

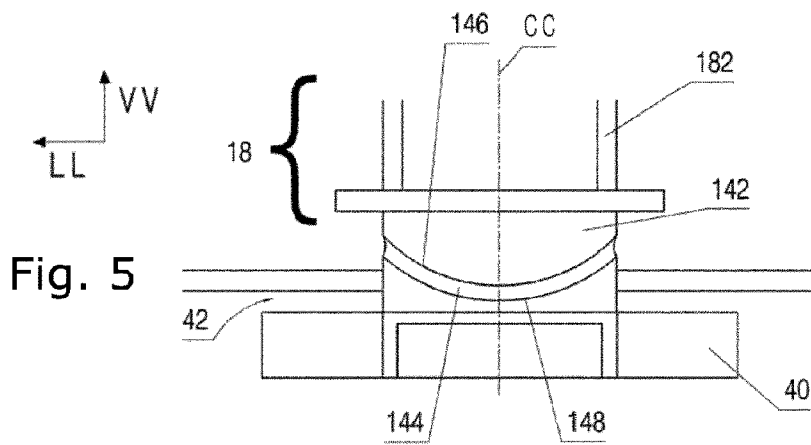


Fig. 5

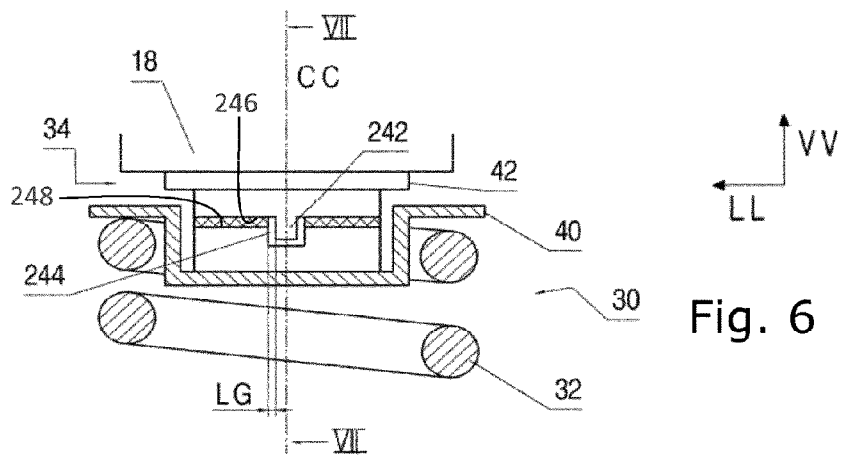


Fig. 6

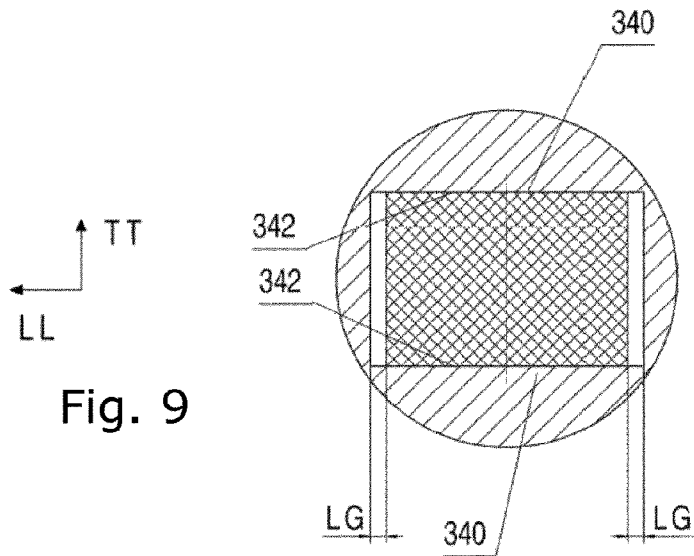
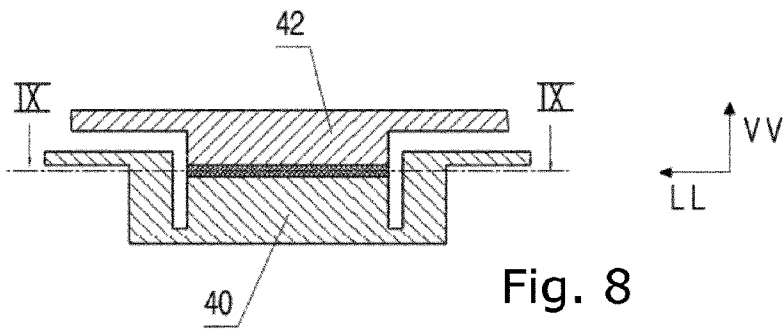
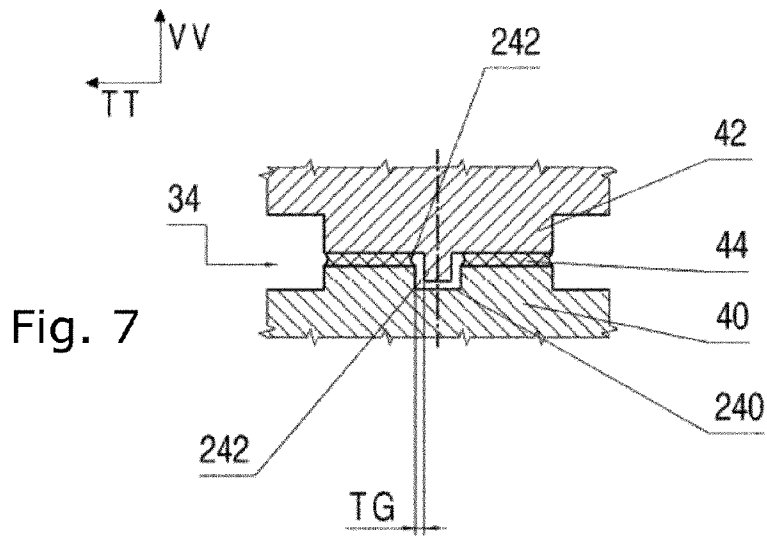


Fig. 10

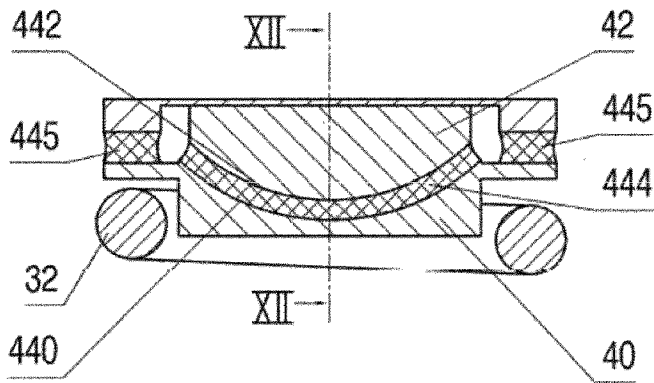
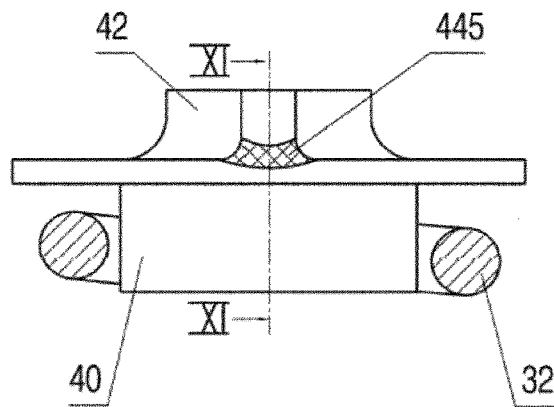
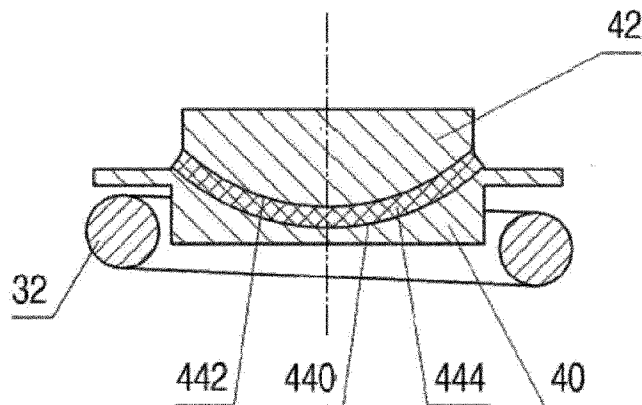


Fig. 11

Fig. 12



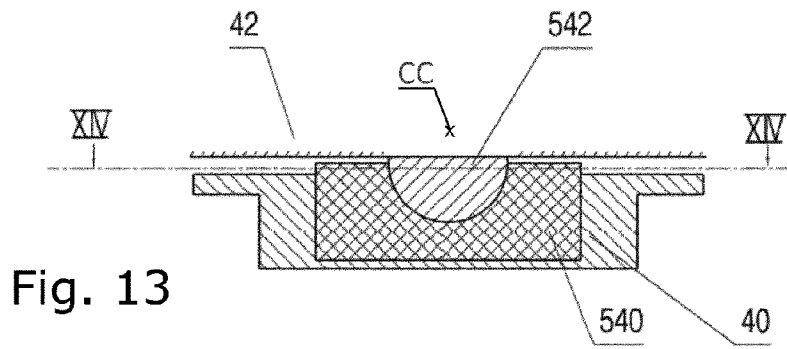


Fig. 13

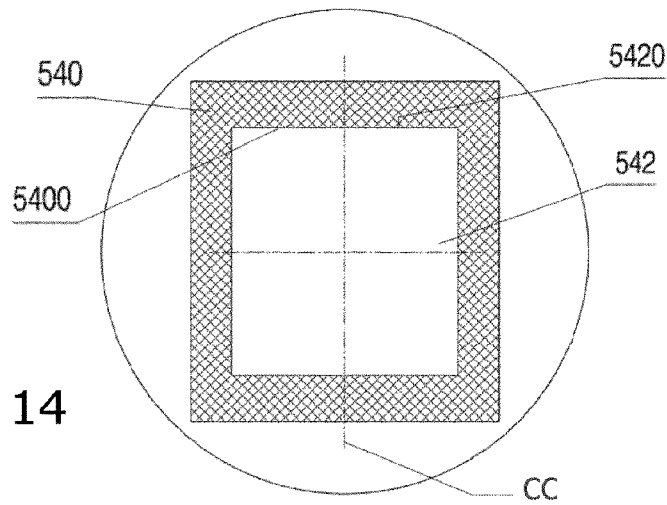


Fig. 14

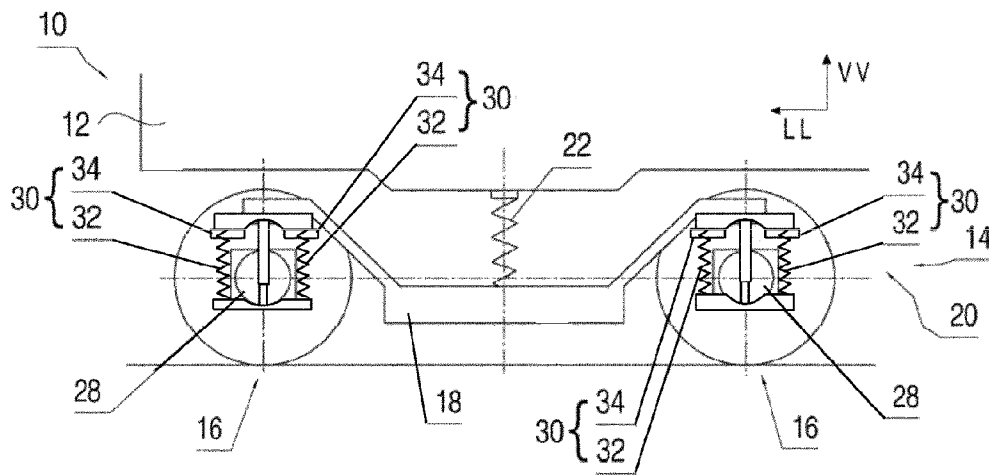


Fig. 15

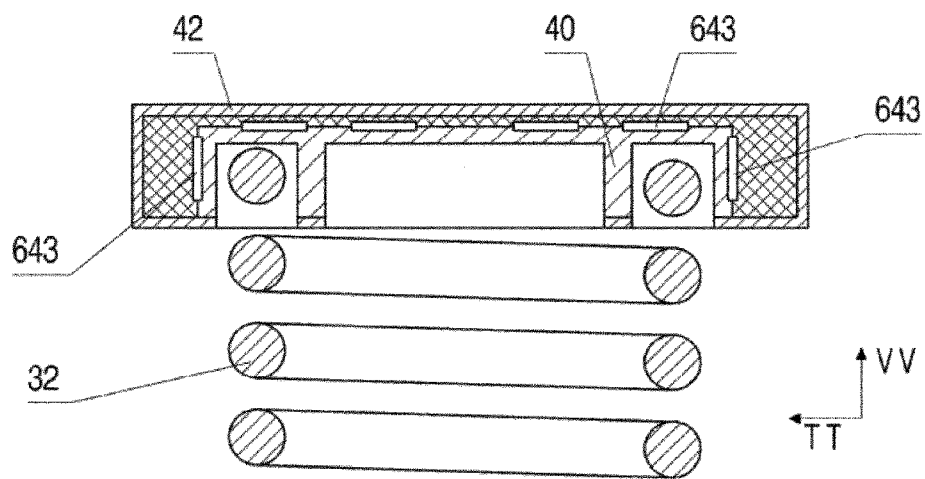


Fig. 16

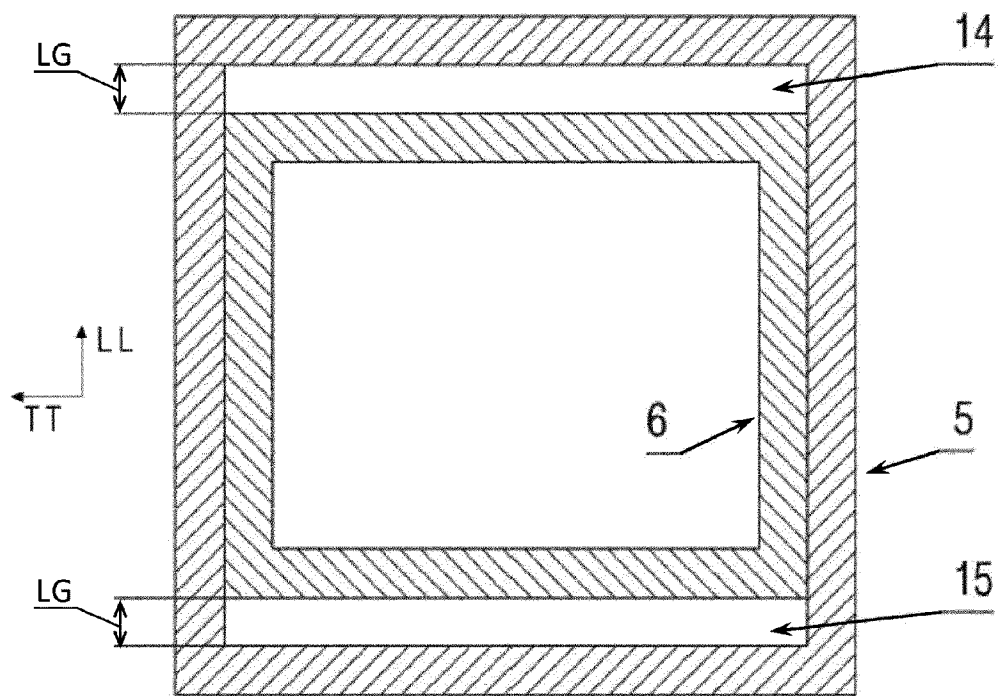


Fig. 17