

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 687**

51 Int. Cl.:

B61D 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2010 E 10178108 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2428422**

54 Título: **Cabeza de vehículo**

30 Prioridad:

10.09.2010 DE 102010044933

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

04.10.2017

73 Titular/es:

**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(100.0%)
Schöneberger Ufer 1
10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**ORELLANO ALEXANDER;
SCHOBER MARTIN y
TIETZE ANDREAS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 635 687 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

Cabeza de vehículo

La presente invención se refiere a un módulo de caja de vagón con un dispositivo de guiado de flujo, según el preámbulo de la reivindicación 1, en el que el módulo de caja de vagón sirve para formar al menos una parte de una sección de cabeza de una caja de vagón, apoyada sobre al menos un tren de rodadura, de un vehículo, especialmente de un vehículo ferroviario para el tráfico de alta velocidad, definiendo la caja de vagón una dirección longitudinal del vehículo, una dirección transversal del vehículo y una dirección vertical del vehículo. La sección de cabeza está realizada para formar durante un funcionamiento normal del vehículo un extremo de vehículo libre delantero. El dispositivo de guiado de flujo a su vez está realizado para disponerse en un lado inferior de la caja de vagón en la dirección longitudinal del vehículo entre el extremo de vehículo libre y un extremo delantero de una escotadura de tren de rodadura de la caja de vagón, alojando la escotadura de tren de rodadura el tren de rodadura asignado al extremo de vehículo libre. El dispositivo de guiado de flujo está realizado para influir durante el funcionamiento del vehículo en un flujo de aire que circula rozando el lado inferior de la caja de vagón desde el extremo de vehículo libre hasta la escotadura de tren de rodadura. Además, la invención se refiere a una caja de vagón así como a un vehículo con un módulo de caja de vagón de este tipo.

En vehículos ferroviarios con velocidades de funcionamiento nominales comparativamente altas, generalmente existe el problema de que en la cabeza de vehículo en la zona de la escotadura de tren de rodadura delantera, precisamente a altas velocidades, se producen considerables emisiones de ruidos. Esto se debe entre otras cosas a que en la zona de un canto de desprendimiento de flujo delantero en la entrada a la escotadura de tren de rodadura el flujo se desprende del revestimiento exterior de la caja de vagón, produciéndose en el siguiente curso del flujo una capa de cizalladura que se amplía de forma continua. En esta capa de cizalladura generalmente se producen la formación periódica de remolinos (la llamada inestabilidad de Kelvin-Helmholtz) y la emisión sonora resultante. Otro problema consiste en la incidencia comparativamente dura de la capa de cizalladura sobre componentes siguientes del vehículo, especialmente la incidencia sobre la pared en el extremo trasero de la escotadura de tren de rodadura, que igualmente contribuye en considerable medida a la emisión sonora.

Las condiciones de flujo desventajosas descritas aumentan además la resistencia aerodinámica del conjunto del vehículo así como las cargas de flujo sobre el balastado de vía que pueden conducir al arremolinamiento de objetos del balastado de vía (por ejemplo, el llamado vuelo de balasto).

El documento EP2106983A2 propone a este respecto en el módulo de caja de vagón expuesto en este prever en la zona del canto de desprendimiento de flujo, en el extremo delantero de la escotadura de tren de rodadura, turbuladores distribuidos en la dirección transversal del vehículo que sirven para incorporar en la capa de cizalladura una multiplicidad de pequeños arremolinamientos para suprimir al menos en gran parte la formación periódica de los remolinos descritos anteriormente. Los turbuladores pueden estar formados en el revestimiento exterior de la caja de vagón tanto mediante una superficie fuertemente rugosa como mediante salientes en forma de almenas, realizadas de forma relativamente grande y orientadas en la dirección longitudinal del vehículo. Los salientes en forma de almenas pueden estar realizados a su vez mediante elementos prismáticos colocados sobre el revestimiento exterior o mediante entalladuras correspondientes en el revestimiento exterior de la caja de vagón.

Esta realización permite reducir mediante el aumento de la turbulencia en la capa de cizalladura la formación de remolinos periódicos y la emisión sonora resultante. Pero la realización descrita conlleva la desventaja de que la capa de cizalladura se amplía de forma comparativamente rápida o fuerte en la dirección vertical del vehículo, de manera que resulta una superficie de incidencia comparativamente grande de la capa de cizalladura sobre componentes siguientes del vehículo (como el tren de rodadura o la pared de limitación trasera de la escotadura de tren de rodadura) con la emisión sonora más elevada que conlleva. Por otra parte, una capa de cizalladura ampliada de manera tan fuerte aumenta evidentemente también considerablemente la resistencia al flujo del vehículo.

Por el documento JP2006/273294A se dio a conocer un módulo de caja de vagón genérico en el que la sección transversal de flujo libre se reduce continuamente desde la punta del vehículo hacia el canto de desprendimiento de flujo, de manera que un volumen de aire comparativamente grande llega debajo del vehículo pudiendo causar allí los problemas descritos.

Por lo tanto, la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un módulo de caja de vagón del tipo mencionado al principio que no conlleve las desventajas mencionadas anteriormente o al menos solo en menor medida y que especialmente permita de manera sencilla una reducción de la emisión sonora del vehículo.

La presente invención consigue este objetivo partiendo de un módulo de caja de vagón según el preámbulo de la reivindicación 1 mediante las características indicadas en la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

La presente invención está basada en la teoría técnica de que de manera sencilla se consigue una reducción de la emisión sonora del vehículo en la zona de la escotadura de tren de rodadura, si el dispositivo de guiado de flujo impone al flujo de aire en la zona de un canto de desprendimiento de flujo en el extremo delantero de la escotadura de tren de rodadura, a través de una zona de desviación, una dirección de flujo principal orientada hacia abajo. Esta desviación del flujo hacia abajo ofrece la ventaja de que la capa de cizalladura que se va formando puede guiarse al

menos en parte alrededor de los componentes adyacentes del vehículo, de manera que como mucho ya solo una menor parte de la capa de cizalladura incide sobre estos componentes produciendo emisiones sonoras correspondientes. La desviación de la dirección de flujo principal del flujo hacia abajo se elige de forma suficientemente grande para conseguir que preferentemente ya solo como máximo el 40% de la capa de cizalladura impacte en el tren de rodadura o el extremo trasero de la escotadura de tren de rodadura. Preferentemente, la dirección de flujo principal está inclinada al menos 3° con respecto a la dirección longitudinal del vehículo. De esta manera, se consiguen unos efectos especialmente favorables en cuanto a la reducción de la emisión sonora.

Según un aspecto, por lo tanto, la presente invención se refiere a un módulo de caja de vagón para formar al menos una parte de una sección de cabeza de una caja de vagón, apoyada sobre al menos un tren de rodadura, de un vehículo, especialmente de un vehículo ferroviario para el tráfico de alta velocidad, con un dispositivo de guiado de flujo, definiendo la caja de vagón una dirección longitudinal del vehículo, una dirección transversal del vehículo y una dirección vertical del vehículo. La sección de cabeza está realizada para formar durante un funcionamiento normal del vehículo un extremo de vehículo libre delantero. El dispositivo de guiado de flujo está realizado para disponerse en un lado inferior de la caja de vagón en la dirección longitudinal del vehículo entre el extremo de vehículo libre y un extremo delantero de una escotadura de tren de rodadura de la caja de vagón, que aloja el tren de rodadura asignado al extremo de vehículo libre. Además, el dispositivo de guiado de flujo está realizado para influir durante el funcionamiento del vehículo en un flujo de aire que circula rozando el lado inferior de la caja de vagón desde el extremo de vehículo libre hacia la escotadura de tren de rodadura. Finalmente, el dispositivo de guiado de flujo está realizado para imponer al flujo de aire en la zona de un canto de desprendimiento de flujo en el extremo delantero de la escotadura de tren de rodadura, a través de una zona de desviación, una dirección de flujo principal orientada hacia abajo, que está inclinada al menos 3°, preferentemente al menos 4°, de forma especialmente preferible al menos 6°, típicamente entre 3° y 30°, con respecto a la dirección longitudinal del vehículo.

La desviación de la dirección de flujo principal hacia abajo puede elegirse básicamente de manera discrecional. Sin embargo, resulta especialmente ventajoso si el flujo no se desvía demasiado hacia abajo en dirección hacia el balastado de vía, para evitar en la mayor medida posible efectos desfavorables como por ejemplo un aumento de la resistencia al flujo, la producción de vuelo de balasto etc. Por lo tanto, preferentemente, la dirección de flujo principal está inclinada entre 3° y 30°, preferentemente entre 5° y 20°, de forma especialmente preferible entre 7° y 15°, de forma particularmente preferible entre 4° y 8°, de forma particularmente preferible entre 5° y 7°, especialmente entre 6° y 9°, con respecto a la dirección longitudinal del vehículo.

Además, la zona de desviación en la dirección transversal del vehículo puede extenderse básicamente a lo largo de una sección discrecional, suficientemente grande de la caja de vagón. Preferentemente, la zona de desviación en la dirección transversal del vehículo se extiende a lo largo de al menos 60%, preferentemente a lo largo de al menos 80%, de forma especialmente preferible a lo largo de al menos 100%, de forma particularmente preferible a lo largo de al menos 120%, de un ancho de vía del tren de rodadura, con lo que se consigue una reducción especialmente fuerte y favorable de las emisiones sonoras.

La zona de desviación generalmente es una zona unida que está dispuesta preferentemente de forma céntrica en la dirección transversal del vehículo. Se entiende, sin embargo, que la zona de desviación dado el caso también puede estar formada por varias secciones separadas unas de otras, en las que se realiza la desviación de la dirección de flujo principal hacia abajo dentro de los límites descritos.

La desviación del flujo hacia abajo se realiza a través de una sección de guía del dispositivo de guiado de flujo, que es adyacente al canto de desprendimiento de flujo. Para conseguir la desviación hacia abajo, la sección de guía está realizada de tal manera que hacia el canto de desprendimiento de flujo reduce en la dirección vertical del vehículo una sección transversal de flujo libre, disponible para el flujo de aire. Las dimensiones de la sección de guía en la dirección longitudinal del vehículo pueden elegirse básicamente a discreción, mientras se consiga una influencia suficientemente fuerte o duradera en el flujo garantizando una dirección de flujo principal orientada correspondientemente hacia abajo después del canto de desprendimiento de flujo.

Si el canto de desprendimiento de flujo está dispuesto en la dirección longitudinal del vehículo de manera alejada del extremo libre del vehículo por una distancia del canto de desprendimiento, en variantes preferibles del módulo de caja de vagón según la invención, la sección de guía se extiende en la dirección longitudinal del vehículo a lo largo de al menos 10%, preferentemente a lo largo de al menos 20%, de forma especialmente preferible a lo largo de entre 10% y 30% de la distancia del canto de desprendimiento. De esta manera, se consigue una influencia especialmente ventajosa y duradera en el flujo.

Mientras en variantes preferibles de la invención, la superficie de guiado de flujo que coopera con el flujo de aire está realizada como superficie sustancialmente continuamente lisa, se entiende que esto no es imprescindible. Más bien, la superficie de guiado de flujo puede diferir más o menos de una superficie continua y lisa de este tipo, por ejemplo, estar provista de salientes, ahondamientos, interrupciones locales etc. (distribuidos de forma regular o irregular). Lo decisivo es únicamente que la superficie de guiado de flujo esté realizada de tal forma que defina una envolvente, cuya extensión proporcione la influencia fuerte o duradera, deseada, en el flujo.

En variantes preferibles de la invención, una tangente a la envolvente en la zona de la superficie de guiado está

inclinada en un plano de sección de extensión perpendicular con respecto a la dirección transversal del vehículo, al menos en un primer ángulo de inclinación de al menos 3°, preferentemente de 3° a 10°, de forma especialmente preferible de 3° a 8°, de forma especialmente preferible de 3° a 6°, con respecto a la dirección longitudinal del vehículo. De esta manera, se consigue una desviación especialmente ventajosa del flujo hacia abajo.
 5 Preferentemente, el primer ángulo de inclinación aumenta hacia el canto de desprendimiento de flujo, ya que de esta manera se consigue una influencia especialmente ventajosa en el flujo.

En la dirección transversal del vehículo, la sección de guía se extiende preferentemente a lo largo de una sección suficientemente ancha para conseguir la desviación de una cantidad de aire suficientemente grande para la reducción deseada de la emisión sonora. Preferentemente, la sección de guía se extiende en la dirección transversal
 10 del vehículo a lo largo de al menos 80%, preferentemente a lo largo de al menos 100%, de forma especialmente preferible a lo largo de al menos 110% a 120%, del ancho de vía del tren de rodadura.

El canto de desprendimiento de flujo puede estar realizado a cierta distancia de la sección de guía, por ejemplo en un componente separado. Preferentemente, sin embargo, está previsto que la sección de guía misma forme el canto de desprendimiento de flujo. El canto de desprendimiento de flujo puede presentar a su vez una extensión discrecional adecuada (por ejemplo al menos por secciones rectilínea y/o al menos por secciones curvada). En
 15 variantes especialmente sencillas de la invención, el canto de desprendimiento de flujo está realizado de forma sustancialmente rectilínea.

La superficie de guiado puede presentar además básicamente una extensión discrecional. Puede estar realizada por ejemplo al menos por secciones como superficie plana sencilla con un contorno de sección rectilíneo (en un plano perpendicular con respecto a la dirección transversal del vehículo). Pero adicionalmente o alternativamente, puede
 20 presentar también al menos por secciones una forma curvada de forma sencilla o múltiple. Especialmente, la sección de guía puede presentar una superficie de guiado sustancialmente cilíndrica o una superficie de guiado sustancialmente elíptica o una superficie de guiado sustancialmente hiperboloide.

Además, la superficie de guiado puede presentar en un plano de sección perpendicular respecto a la dirección longitudinal del vehículo un primer contorno de sección sustancialmente convexo y presentar en un plano de sección perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo un segundo contorno de sección sustancialmente cóncavo. De esta manera, se consigue una adaptación especialmente ventajosa a la geometría de vehículos para el
 25 tráfico de alta velocidad que se estrechan fuertemente hacia la punta del vehículo.

Especialmente en el tráfico de alta velocidad es deseable estirar la caja de vagón hacia abajo lo más cerca posible de la punta del vehículo, lo máximo posible hacia la envoltura límite de construcción prevista para los trayectos por los que debe transitar el vehículo. Especialmente en la zona del plano central longitudinal, este estiramiento de la punta del morro hacia abajo preferentemente es más pronunciado que más hacia los lados. De esta manera, generalmente se pretende conseguir que la mayor parte posible del flujo de aire que circula se desplace lateralmente y por tanto no llegue debajo del vehículo donde debido a la realización inhomogénea en la zona del tren de rodadura
 30 puede provocar los problemas acústicos descritos. Otra ventaja de esta solución consiste en la reducción de la resistencia aerodinámica del vehículo y la reducción de las sollicitaciones aerodinámicas de la vía. Estas sollicitaciones aerodinámicas de la vía pueden provocar el llamado vuelo de balasto con el que se arremolinan objetos en el balastado de la vía, como por ejemplo, entre otras cosas, la gravilla empleada, pudiendo dañar tanto el vehículo como el entorno (infraestructura o, en el peor de los casos, incluso a transeúntes).

En la invención, esta realización ventajosa de un revestimiento exterior de la caja de vagón que llegue lo más cerca posible de la envoltura límite de construcción se reúne de una manera especialmente ventajosa con la desviación del flujo hacia abajo, de tal forma que el dispositivo de guiado de flujo presenta una sección difusora situada delante de la sección de guía, que se extiende entre el extremo de vehículo libre y la sección de guía y que en la dirección vertical del vehículo aumenta hacia el canto de desprendimiento de flujo una sección transversal de flujo libre,
 40 45 disponible para el flujo de aire.

Esta ampliación de la sección transversal de flujo que se consigue a través de la sección difusora permite desviar el flujo que llega debajo del vehículo, inicialmente hacia arriba a través de la sección difusora, para poder volver a desviarlo hacia abajo por la sección de guía, con lo que se consigue la desviación deseada a la capa de cizalladura detrás del canto de desprendimiento de flujo. De esta manera, es posible especialmente acercar tanto el
 50 revestimiento exterior, situado delante de la sección difusora, en la punta del vehículo, como el canto de desprendimiento de flujo directamente hasta la envoltura límite de construcción y reducir de esta manera la cantidad de aire que circula a la zona de la escotadura de tren de rodadura.

También la sección difusora puede presentar a su vez una longitud discrecional adecuada, mientras se consiga la función de guiado descrita anteriormente. Preferentemente, la sección difusora se extiende en la dirección longitudinal del vehículo a lo largo de al menos 15%, preferentemente a lo largo de al menos 25%, de forma especialmente preferible a lo largo de 15% a 45%, de la distancia del canto de desprendimiento, ya que de esta manera se consigue un comportamiento de guiado especialmente ventajoso.
 55

En cuanto al diseño de la superficie difusora de la sección difusora, que coopera con el flujo de aire, son válidas

básicamente las mismas indicaciones hechas anteriormente para la superficie de guiado. Preferentemente, la superficie difusora está realizada de tal forma que una tangente a la envolvente en la zona de la superficie difusora en un plano de sección de extensión perpendicular con respecto a la dirección transversal del vehículo está inclinada en un primer ángulo de inclinación de al menos 1°, preferentemente de 2° a 7°, de forma especialmente preferible de 3° a 5°, con respecto a la dirección longitudinal del vehículo.

También en la dirección transversal del vehículo puede estar prevista a su vez una extensión discrecional adecuada de la sección difusora. Especialmente con una realización más ancha de la cabeza pueden estar previstos unos anchos del difusor de hasta más de 120% del ancho de vía. Preferentemente, la sección difusora se extiende en la dirección transversal del vehículo a lo largo de al menos 20%, preferentemente a lo largo de al menos 30%, de forma especialmente preferible a lo largo de 20% a 40%, del ancho de vía del tren de rodadura, ya que de esta manera se consigue una realización especialmente ventajosa.

Preferentemente, también la sección difusora presenta una superficie sustancialmente lisa. También la sección difusora presenta además preferentemente una superficie curvada al menos de forma sencilla, especialmente una superficie sustancialmente cilíndrica, o una superficie curvada doblemente, especialmente una superficie sustancialmente elipsoidal o hiperboloide.

Una realización ventajosa con respecto al guiado sin perturbaciones del flujo resulta si la sección difusora presenta una superficie difusora que en un plano de sección perpendicular con respecto a la dirección longitudinal del vehículo presenta un tercer contorno de sección sustancialmente convexo y que en un plano de sección perpendicular con respecto a la dirección transversal del vehículo presenta un cuarto contorno de sección con un punto de inversión.

Las realizaciones preferibles presentan entre la sección difusora y la sección de guía una sección de transición del dispositivo de guiado de flujo, en cuya zona una tangente a la envolvente en un plano de sección de extensión perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo cambia especialmente de forma continua su inclinación con respecto a la dirección longitudinal del vehículo. Adicionalmente o alternativamente, puede estar prevista una sección de entrada, situada delante de la sección difusora, del dispositivo de guiado de flujo, en cuya zona una tangente a la envolvente en un plano de sección de extensión perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo cambia especialmente de forma continua hacia un valor cero su inclinación con respecto a la dirección longitudinal del vehículo. Ambas secciones resultan ventajosas con vistas al guiado sin perturbaciones del flujo.

Si para la caja de vagón está definida la envoltura límite de construcción que ha de cumplir la caja de vagón, está prevista preferentemente una sección de entrada, situada delante de la sección difusora, del dispositivo de guiado de flujo, que al menos en la dirección vertical del vehículo llega sustancialmente hasta la envoltura límite de construcción, para conseguir el desplazamiento lateral a ser posible completo, descrito anteriormente, del aire que circula.

En otras formas de realización ventajosas del módulo de caja de vagón según la invención, el dispositivo de guiado de flujo está realizado para formar en el lado inferior de la caja de vagón entre una sección de entrada, situada delante del canto de desprendimiento de flujo, y el canto de desprendimiento de flujo una ligera cavidad en un revestimiento exterior de la caja de vagón. El dispositivo de guiado de flujo presenta en este caso una superficie de guiado de flujo que coopera con el flujo de aire y que define una envolvente, presentando la envolvente a lo largo de una zona transversal en un plano de sección de extensión perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo un contorno de sección sustancialmente en forma de S. De esta manera, se puede realizar igualmente el guiado ventajoso descrito anteriormente del flujo de aire debajo del vehículo.

Preferentemente, la zona transversal se extiende en la dirección transversal del vehículo a lo largo de al menos 50%, preferentemente a lo largo de al menos 80%, de forma especialmente preferible a lo largo de 100%, del ancho de vía del tren de rodadura, ya que de esta manera se consigue una influencia especialmente ventajosa en una parte suficientemente grande de la capa de cizalladura.

Si el canto de desprendimiento de flujo está dispuesto en la dirección longitudinal del vehículo de forma alejada del extremo de vehículo libre por una distancia del canto de desprendimiento, la sección de entrada se extiende en la dirección longitudinal del vehículo preferentemente adicionalmente o alternativamente hasta una distancia de 35% a 65% de la distancia del canto de desprendimiento, preferentemente de 40% a 60% de la distancia del canto de desprendimiento, de forma especialmente preferible de 45% a 55% de la distancia del canto de desprendimiento, con respecto al extremo de vehículo libre.

Si para la caja de vagón está definida a su vez la envoltura límite de construcción descrita que ha de cumplir la caja de vagón, mientras el extremo de vehículo libre presenta en la dirección vertical del vehículo una altura máxima de la punta del vehículo (es decir, la altura del punto más delantero de la sección de cabeza) por encima de la envoltura límite de construcción, la sección de entrada se extiende en la dirección longitudinal del vehículo, adicionalmente o alternativamente, preferentemente hasta una distancia de 150% a 300% de la altura de la punta del vehículo, preferentemente de 175% a 275% de la altura de la punta del vehículo, de forma especialmente preferible de 200% a 250% de la altura de la punta del vehículo, con respecto al extremo de vehículo libre. De esta manera, se consigue

una realización optimizada en cuanto al desplazamiento lateral amplio del aire que circula.

En variantes preferibles del módulo de caja de vagón según la invención, la sección de entrada se extiende, al menos en la dirección vertical del vehículo, sustancialmente hasta la envoltura límite de construcción. Adicionalmente o alternativamente, la sección de entrada puede estar realizada en la zona de un saliente

5 sustancialmente con forma de domo en el lado inferior de la caja de vagón, para conseguir de manera especialmente sencilla un desplazado lateral temprano del aire que circula.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el canto de desprendimiento de flujo está realizado preferentemente de forma sustancialmente rectilínea. Adicionalmente o alternativamente, el canto de desprendimiento de flujo puede llegar al menos en la dirección vertical del vehículo sustancialmente hasta la envoltura límite de construcción.

10 En variantes preferibles del módulo de caja de vagón según la invención, en la zona del canto de desprendimiento de flujo están previstos una pluralidad de elementos turbuladores para incorporar arremolinamientos en la capa de cizalladura que se forma después de un desprendimiento del flujo en el canto de desprendimiento de flujo. De esta manera, se consigue la ventaja descrita al principio de la evitación de emisiones sonoras por la formación periódica de remolinos dentro de la capa de cizalladura. Otra ventaja consiste en la evitación de la formación periódica de

15 remolinos pronunciados y la reducción o evitación resultante de picos de carga de las cargas aerodinámicas que actúan sobre la vía. El problema del vuelo de balasto que ya se ha mencionado se puede reducir eficazmente de esta manera.

Los elementos turbuladores básicamente pueden estar realizados de manera discrecional adecuada. Especialmente, al menos uno de los elementos turbuladores puede estar realizado como saliente en forma de almena en el lado

20 inferior de la caja de vagón. El elemento turbulador puede presentar una orientación discrecional con respecto a la dirección longitudinal del vehículo. Preferentemente, el elemento turbulador está dispuesto de forma inclinada con respecto a la dirección longitudinal del vehículo. Esto ofrece la ventaja de que de esta manera, la perturbación introducida en la capa de cizalladura puede actuar en primer lugar en la dirección transversal del vehículo, por lo que se producen remolinos longitudinales con un eje de giro que se extiende aproximadamente en la dirección

25 longitudinal del vehículo y que no provocan ninguna ampliación aumentada no deseada de la capa de cizalladura en la dirección vertical del vehículo a causa de los elementos turbuladores.

Preferentemente, al menos uno de los elementos turbuladores está realizado para desviar la parte del flujo de aire, que incide sobre el, en la dirección transversal del vehículo alejándola de un plano central longitudinal de la caja de vagón, ya que de esta manera se consigue una introducción especialmente ventajosa de la turbulencia en la capa de

30 cizalladura.

A este respecto cabe mencionar que una disposición del elemento turbulador, inclinada de esta manera con respecto a la dirección de flujo principal, que no conlleva ninguna ampliación notable de la capa de cizalladura constituye una idea de la invención que es independiente de la desviación de la capa de cizalladura hacia abajo y susceptible de protección en sí misma.

35 Además, la presente invención se refiere a una caja de vagón con un módulo de caja de vagón según la invención. El módulo de caja de vagón según la invención puede estar realizado como módulo separado que también puede montarse posteriormente en una caja de vagón. En este caso, resulta adecuado especialmente como solución de equipamiento posterior para vehículos existentes que hasta entonces tengan una configuración convencional con un lado inferior de la caja de vagón, que se extiende paralelamente con respecto al eje longitudinal del vehículo.

40 Se entiende, sin embargo, que en otras variantes de la invención, el módulo de caja de vagón también puede formar por ejemplo un módulo de cabeza completo de una caja de vagón y, dado el caso, también la caja de vagón completa.

El dispositivo de guiado de flujo está dispuesto en un lado inferior de la caja de vagón entre el extremo de vehículo libre y el extremo delantero de la escotadura de tren de rodadura. El dispositivo de guiado de flujo está realizado para influir durante el funcionamiento del vehículo en un flujo de aire que circula rozando el lado inferior de la caja de vagón desde el extremo de vehículo libre hasta la escotadura de tren de rodadura. El dispositivo de guiado de flujo además está realizado para imponer al flujo de aire en la zona de un canto de desprendimiento de flujo en el extremo delantero de la escotadura de tren de rodadura, a través de una zona de desviación, una dirección de flujo principal orientada hacia abajo, estando inclinada la dirección de flujo principal hacia debajo de tal forma que una

45 capa de cizalladura que se forma después de un desprendimiento de flujo en el canto de desprendimiento de flujo, cuya extensión vertical aumenta por una ampliación en el curso del flujo en la dirección vertical del vehículo, especialmente a la velocidad de servicio nominal, incide sobre el tren de rodadura a lo largo de como máximo 40% a 50% de la extensión vertical local, preferentemente como máximo a lo largo de 20% de la extensión vertical local, de forma especialmente preferible como máximo a lo largo de 10% de la extensión vertical local. Adicionalmente o

50 alternativamente, la dirección de flujo principal está inclinada hacia debajo de tal forma que la capa de cizalladura incide sobre el extremo trasero de la escotadura de tren de rodadura a lo largo de como máximo 40% a 50% de la extensión vertical local, preferentemente a lo largo de como máximo 20% de la extensión vertical local, de forma especialmente preferible como máximo a lo largo de 10% de la extensión vertical local. También de esta manera, se

55

pueden realizar en la misma medida las variantes y ventajas descritas anteriormente, de manera que a este respecto se remite solamente a las indicaciones hechas anteriormente.

5 Finalmente, la presente invención se refiere también a un vehículo con una caja de vagón según la invención. Se puede tratar de un vehículo discrecional con una velocidad de servicio nominal discrecional. De manera especialmente ventajosa, la presente invención puede aplicarse en un vehículo para el tráfico de alta velocidad con una velocidad de servicio nominal superior a 250 km/h, especialmente superior a 300 km/h.

Otras formas de realización preferibles de la invención resultan de las reivindicaciones subordinadas o de la siguiente descripción de ejemplos de realización preferibles que hace referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

- 10 la figura 1 una vista esquemática en perspectiva de una forma de realización preferible del vehículo según la invención;
- la figura 2 un alzado lateral esquemático del vehículo de la figura 1;
- la figura 3 una vista frontal esquemática del vehículo de la figura 1;
- la figura 4 la extensión de la coordenada z del revestimiento exterior del vehículo de la figura 1 en el plano central longitudinal (plano xz);
- 15 la figura 5 un alzado lateral esquemático de una parte del revestimiento exterior del vehículo en la zona de la punta del vehículo a lo largo de la línea V-V de la figura 3;
- la figura 6 una vista en sección esquemática de una parte del revestimiento exterior del vehículo en la zona de la punta del vehículo a lo largo de la línea VI-VI de la figura 3;
- 20 la figura 7 una vista en sección esquemática de una parte del revestimiento exterior del vehículo en la zona de la punta del vehículo a lo largo de la línea VII-VII de la figura 3;
- la figura 8 una vista en sección esquemática de una parte del revestimiento exterior del vehículo en la zona de la punta del vehículo a lo largo de la línea VIII-VIII de la figura 3;
- la figura 9 una vista esquemática en perspectiva desde abajo del revestimiento exterior del vehículo de la figura 1 en la zona de la punta del vehículo,
- 25 la figura 10 una vista en sección esquemática de una parte del revestimiento exterior del vehículo en la zona de la punta del vehículo a lo largo de la línea X-X de la figura 9;
- la figura 11 una vista en sección esquemática de una parte del revestimiento exterior del vehículo en la zona de la punta del vehículo a lo largo de la línea XI-XI de la figura 9;
- 30 la figura 12 una vista en sección esquemática de una parte del revestimiento exterior del vehículo en la zona de la punta del vehículo a lo largo de la línea XII-XII de la figura 9.

A continuación, haciendo referencia a las figuras 1 a 12 se describe un ejemplo de realización preferible del vehículo según la invención en forma de un vehículo ferroviario 101. El vehículo ferroviario 101 es un vagón final de un tren automotor para el tráfico de alta velocidad, cuya velocidad de servicio nominal es superior a 250 km/h, siendo en concreto de $V_n = 300$ km/h.

35 Cabe mencionar que las siguientes indicaciones se refieren a un estado de flujo durante la marcha del vehículo 101 a una velocidad constante en una vía plana recta sin influjos de vientos laterales o similares, a no ser que se indique explícitamente lo contrario. Se entiende que en caso de una desviación de este estado de servicio (por ejemplo, a causa del paso por curvas o de vientos laterales etc.) pueden producirse desviaciones de las condiciones de flujo descritas, especialmente de las direcciones de flujo, en cuyo caso no obstante siguen siendo válidas sustancialmente las constataciones básicas.

45 El vehículo 101 comprende una caja de vagón 102 que define un revestimiento exterior 102.1 del vehículo 101. La caja de vagón 102 se apoya en la zona de sus dos extremos de manera convencional respectivamente sobre un tren de rodadura en forma de un bogie 103. Se entiende, sin embargo, que la presente invención también puede aplicarse en combinación con otras configuraciones en las que la caja de vagón solamente se apoya solamente sobre un tren de rodadura.

Para una mejor comprensión de las siguientes explicaciones, en las figuras se indica un sistema de coordenadas de vehículo x, y, z, (predefinido por el plano de colocación de ruedas 103.1 del bogie 103), en el que la coordenada x designa la dirección longitudinal del vehículo ferroviario 101, la coordenada y designa la dirección transversal del vehículo ferroviario 101 y la coordenada z designa la dirección vertical del vehículo ferroviario 101.

50 La caja de vagón 102 presenta una sección de tronco 104 y, a continuación, un ejemplo de realización preferible del

módulo de caja de vagón según la invención en forma de una sección de cabeza 105. La sección de tronco 104 presenta (excepto secciones locales para componentes funcionales del vehículo como por ejemplo tomacorrientes, contenedores de techo etc.) una forma sustancialmente prismática (con contornos de sección del revestimiento exterior 102.1 sustancialmente idénticos a lo largo de la dirección longitudinal del vehículo). En cambio, la sección de cabeza 105 se estrecha tanto en la dirección vertical del vehículo como en la dirección transversal del vehículo hacia el final del vehículo 101, de manera que durante el servicio del vehículo 101 puede formar un extremo de vehículo libre del vehículo 101. En la sección de cabeza 105 está previsto un compartimento para el conductor del vehículo, desde el que el conductor del vehículo dirige el vehículo 101 cuando la sección de cabeza 105 forma durante un funcionamiento normal del vehículo 101 el extremo delantero 101.1 del vehículo 101 (es decir, la dirección de marcha está orientada en el sentido del eje x positivo, de lo que se parte en lo sucesivo, a no ser que se indique explícitamente lo contrario).

El bogie 103 está dispuesto en una escotadura de tren de rodadura 106 de la caja de vagón 102 que en su extremo delantero está limitado por una pared 106.1 delantera y en su extremo trasero está limitado por una pared 106.2 trasera, que están unidas entre sí por una pared 106.3 superior. A ambos lados del tren de rodadura, la escotadura de tren de rodadura 106 está limitada por faldones 106.4.

El extremo inferior de la pared 106.1 delantera forma en este modo de servicio un canto de desprendimiento de flujo 107 en el que el flujo de aire (que circula rozando el lado inferior 102.2 de la caja de vagón 102 desde el extremo de vehículo libre hacia la escotadura de tren de rodadura 106) se desprende del revestimiento exterior 102.1 de la caja de vagón 102. El canto de desprendimiento de flujo 107 está dispuesto en la dirección longitudinal del vehículo de forma alejada del extremo de vehículo 101.1 libre por una distancia del canto de desprendimiento DA (véase la figura 2).

En el presente ejemplo, el canto de desprendimiento de flujo 107 está realizado sustancialmente de forma rectilínea (véase especialmente la figura 9). Se entiende, sin embargo, que en otras variantes de la invención, el canto de desprendimiento de flujo puede presentar una extensión discrecional adecuada (por ejemplo al menos por secciones rectilínea y/o al menos por secciones curvada).

Después del desprendimiento del flujo de aire, como consecuencia de las distintas velocidades de flujo en la escotadura de tren de rodadura 106 y en el espacio intermedio situado debajo de este hacia el balastado se forma una llamada capa de cizalladura 108. Las condiciones de flujo dentro de la capa de cizalladura 108 son muy inestables a causa de las diferencias de velocidad, de manera que además de una ampliación de la capa de cizalladura 108 en la dirección vertical del vehículo (dirección z), durante el siguiente curso del flujo se produce un arremolinamiento periódico.

Esta formación periódica de remolinas causa en vehículos convencionales una considerable emisión sonora en esta zona del vehículo. Esto aumenta aún más por la incidencia de estos remolinos sobre componentes situados a continuación, especialmente componentes del bogie y de la pared de la escotadura de tren de rodadura, situada a continuación. Por ello, estos componentes son incitados a vibrar y por tanto también a la emisión sonora.

Par reducir esta emisión sonora, el módulo de cabeza 105 presenta en su lado inferior en la dirección longitudinal del vehículo entre el extremo de vehículo 101.1 libre y el canto de desprendimiento de flujo 107 un dispositivo de guiado de flujo 109. El dispositivo de guiado de flujo 109 impone al flujo de aire en la zona del canto de desprendimiento de flujo 107, a través de una zona de desviación 110, una dirección de flujo principal 111 orientada hacia abajo, que está inclinada en un ángulo $\alpha = 6^\circ$ con respecto a la dirección longitudinal del vehículo (véase especialmente la figura 5), siendo posibles desviaciones angulares de hasta $\pm 1^\circ$.

En otras variantes preferibles de la invención, se impone al flujo de aire en la zona del canto de desprendimiento de flujo 107, a través de una zona de desviación 110, una dirección de flujo principal 111 orientada hacia abajo, que está inclinada en un ángulo $\alpha = 9^\circ$ con respecto a la dirección longitudinal del vehículo (véase especialmente la figura 5), siendo posibles desviaciones angulares de hasta $\pm 1^\circ$.

Como se puede ver en las figuras 5 a 8, la desviación angular de la dirección de flujo principal 111 en la zona de desviación 110 a través del ancho de vía W (con las tolerancias mencionadas) es de $\alpha = 6^\circ$. Solo en la zona marginal fuera del ancho de vía, el ángulo de desviación de la dirección de flujo principal 11 se incrementa a aprox. 8° . En la variante con un ángulo $\alpha = 9^\circ$, el ángulo es sustancialmente constante a lo largo del ancho B.

De este modo, se consigue de manera ventajosa que también la capa de cizalladura 108 se desvía hacia abajo (véase la figura 2) y, por tanto, a la velocidad de servicio nominal del vehículo 101 incide sobre el bogie 103 como mucho a lo largo de 10% de su extensión vertical local. Durante el siguiente curso del flujo se consigue de esta manera que la capa de cizalladura 108 incida, a lo largo de como máximo 20% de su extensión vertical, sobre la pared 106.2 de la escotadura de tren de rodadura 106, situada a continuación. Ambos efectos producen la reducción mencionada de la incitación a la vibración de estos componentes del vehículo y de la emisión sonora inducida por ello.

Se entiende que la desviación de la dirección de flujo principal 11 hacia abajo puede elegirse básicamente a

discreción para conseguir el efecto descrito. Especialmente, el ángulo α puede variar a lo largo del ancho del vehículo (es decir, en la dirección transversal del vehículo) para conseguir una adaptación correspondiente con respecto a los componentes siguientes del vehículo. Sin embargo, resulta especialmente ventajoso si el flujo no se desvía demasiado hacia abajo en dirección hacia el balastado de vía, a fin de evitar en la mayor medida posible efectos desventajosos como por ejemplo un aumento de la resistencia al flujo, la producción de vuelo de gravilla etc.

La zona de desviación 110 se extiende en la dirección transversal del vehículo a lo largo del ancho total del canto de desprendimiento de flujo 107. Como se puede ver en la figura 3, el canto de desprendimiento de flujo 107 o la zona de desviación 110 se extienden a lo largo de una dimensión de ancho B que corresponde a aproximadamente 110% del ancho de vía W del bogie 103.

Se entiende que en otras variantes de la invención, la zona de desviación 110 puede extenderse en la dirección transversal del vehículo básicamente a lo largo de una sección discrecional, suficientemente grande de la caja de vagón. Es de importancia especial la desviación en la zona del centro del vehículo. Preferentemente la zona de desviación se extiende partiendo del centro del vehículo hacia ambos lados en la dirección transversal del vehículo a lo largo de 20% a 40% del ancho de vía W.

La desviación del flujo de aire hacia abajo se produce a través de una sección de guía 109.1 del dispositivo de guiado de flujo 109, que forma el canto de desprendimiento de flujo 107 y por tanto es directamente adyacente al canto de desprendimiento de flujo 107. Para conseguir la desviación hacia abajo, la sección de guía 109.1 está realizada de tal forma que en la dirección vertical del vehículo reduce hacia el canto de desprendimiento de flujo 107 una sección transversal de flujo libre, disponible para el flujo de aire, como se puede ver especialmente en la figura 4.

La figura 4 representa la extensión de la altura h (referida a la altura de la punta de morro HN) del contorno de sección del revestimiento exterior 102.1 a lo largo de la envoltura límite de construcción 112 en el plano central longitudinal del vehículo (plano de sección V-V de la figura 3) en función de la distancia d (referida a la distancia de canto de desprendimiento DA) con respecto al extremo de vehículo 101.1 libre. La envoltura límite de construcción 112 designa la superficie envolvente, a través de la que la caja de vagón 102 no debe atravesar la caja de vagón 102 (cuando el vehículo 101 se encuentra en una vía plana recta). Esta envoltura límite de construcción 112 generalmente está definida por los trayectos por los que debe transitar el vehículo.

Como se puede ver en la figura 4, la sección de guía 109.1 se extiende en el presente ejemplo en la dirección longitudinal del vehículo a lo largo de aproximadamente 15% de la distancia de canto de desprendimiento DA, para conseguir una influencia suficientemente fuerte o duradera en el flujo de aire. Se entiende, sin embargo, que la dimensión de la sección de guía en la dirección longitudinal del vehículo básicamente puede elegirse a discreción, mientras se consiga una influencia suficientemente fuerte o duradera en el flujo, que garantice una dirección de flujo principal 111 orientada correspondientemente hacia abajo después del canto de desprendimiento de flujo 107.

En el presente ejemplo, la superficie de guiado de flujo 109.2 de la sección de guía 109.1, que coopera con el flujo de aire, está realizada como superficie lisa sustancialmente continua, estando inclinada la tangente a la superficie de guiado de flujo 109.2 en el punto 107 en la vista en sección de la figura 5 en un primer ángulo de inclinación $\alpha = 6^\circ$ con respecto a la dirección longitudinal del vehículo. En el presente ejemplo, el primer ángulo de inclinación α aumenta continuamente en la dirección de flujo hacia el canto de desprendimiento de flujo 107 partiendo de un valor de $\alpha = 3^\circ$ (al principio de la sección de guía 109.1), ya que de esta manera se consigue una influencia especialmente ventajosa en el flujo con la desviación descrita, orientada hacia abajo, de la dirección de flujo principal 11 en $\alpha = 6^\circ$.

En otras variantes de la invención, la tangente a la superficie de guiado de flujo 109.2 en el punto 107 en la vista en sección de la figura 5 está inclinada en un primer ángulo de inclinación $\alpha = 9^\circ$ con respecto a la dirección longitudinal del vehículo, siendo posibles también en este caso unas desviaciones angulares de hasta ± 1 .

Se entiende, sin embargo que en otras variantes también puede estar prevista cualquier otra extensión del ángulo de inclinación a lo largo de la sección de guía. Especialmente, puede estar prevista al menos por secciones una extensión progresiva y/o regresiva del ángulo de inclinación. Adicionalmente o alternativamente, también puede estar previsto al menos por secciones un ángulo de inclinación constante.

Se entiende además que la sección de guía no tiene que presentar necesariamente una superficie lisa ininterrumpida. Más bien, la superficie de guiado de flujo puede diferir en mayor o menor medida de una superficie continua y lisa de este tipo, por ejemplo estar provista de salientes, ahondamientos, interrupciones locales etc. (distribuidos de forma regular o irregular). Lo decisivo es solamente que la superficie de guiado de flujo esté configurada de tal manera que defina una envolvente correspondiente y que proporcione la influencia fuerte o duradera deseada en el flujo.

En otras variantes de la invención, la superficie de guiado puede presentar básicamente una extensión discrecional. Por ejemplo, puede estar realizada al menos por secciones como superficie plana sencilla con un contorno de sección rectilíneo (en un plano perpendicular a la dirección transversal del vehículo). Adicionalmente o alternativamente, puede presentar sin embargo también al menos por secciones una configuración sencilla o

curvada de forma múltiple.

Como resulta entre otras de las secciones del revestimiento exterior 102.1, representadas en las figuras 5 a 8 y 10 a 12 (véanse también las figuras 3 y 9), la superficie de guiado de flujo 109.2 presenta en un plano de sección perpendicular con respecto a la dirección longitudinal del vehículo un primer contorno de sección 113 sustancialmente convexo, mientras en un plano de sección perpendicular con respecto a la dirección transversal del vehículo presenta un segundo contorno de sección 113 sustancialmente cóncavo. De esta manera, se consigue una adaptación especialmente ventajosa a la geometría delgada, estirada de la cabeza de vehículo.

Para desplazar lateralmente la mayor parte posible del aire que circula y conseguir de esta manera que no llegue debajo del vehículo (donde por la configuración inhomogénea en la zona del bogie 103 puede provocar los problemas acústicos descritos), en una sección 114 en forma de dono situada antes del canto de desprendimiento de flujo 107, el revestimiento exterior 102.1 se extiende hasta cerca de la envoltura límite de construcción 112. Como se puede ver especialmente en la figura 4, el punto más profundo PT del revestimiento exterior 102.1 se encuentra en la dirección longitudinal del vehículo de forma aproximadamente céntrica entre la punta de vehículo 101.1 y el canto de desprendimiento de flujo 107, en concreto, a una distancia de aproximadamente 57% de la distancia del canto de desprendimiento con respecto a la punta de vehículo 101.1.

Se entiende, sin embargo, que en otras variantes de la invención, especialmente en vehículos con una mayor distancia del canto de desprendimiento, la sección en forma de domo puede estar dispuesta a otra distancia de la punta de vehículo o del canto de desprendimiento de flujo. Con respecto a la distancia del canto de desprendimiento, la sección en forma de domo se encuentra entonces preferentemente más cerca de la punta de vehículo, para conseguir un desplazamiento temprano del flujo. Esta configuración que es ventajosa especialmente en el tráfico de alta velocidad, con el revestimiento exterior 102.1 que se extiende lo más cerca posible a la envoltura límite de construcción 112, se reúne en el presente ejemplo de una manera especialmente ventajosa con la desviación del flujo de aire en la zona del canto de desprendimiento de flujo 107, dado que el dispositivo de guiado de flujo 109 presenta una sección difusora 109.3 situada antes de la sección de guía 109.1.

La sección difusora 109.3 se extiende entre el extremo de vehículo 101.1 libre y la sección de guía 109.1, estando configurada de tal forma que aumenta a modo de un difusor la sección transversal de flujo libre, disponible para el flujo de aire en la dirección vertical del vehículo (entre el revestimiento exterior 102.1 y el balastado de vía), partiendo del punto más profundo PT en la dirección de flujo (es decir, hacia el canto de desprendimiento de flujo 107).

Esta ampliación de la sección transversal de flujo lograda a través de la sección difusora 109.3 permite dirigir el flujo de aire que circula debajo de la caja de vagón 102 inicialmente hacia arriba a través de la sección difusora 109.3 para poder volver a dirigirlo después hacia abajo por la sección de guía 109.1 (véase especialmente la figura 5), con lo que se consigue la desviación deseada de la dirección de flujo principal 11 y por tanto de la capa de cizalladura 108 en la zona detrás del canto de desprendimiento de flujo 107.

Por lo tanto, en el presente ejemplo es posible acercar tanto el revestimiento exterior 102.1 en la punta del vehículo, situado delante de la sección difusora 109.3, como el canto de desprendimiento de flujo 107 directamente (dado el caso, incluso completamente) a la envoltura límite de construcción 112 y reducir de esta manera la cantidad de aire que llega a circular a la zona de la escotadura de tren de rodadura 106.

Para conseguir un desplazamiento lateral especialmente efectivo, antes de la sección difusora 109.3 está dispuesta una sección de entrada 109.5 del dispositivo de guiado de flujo 109, en cuya zona una tangente al revestimiento exterior 102.1, en un plano de sección de extensión perpendicular a la dirección transversal del vehículo, cambia de manera continua hacia un valor cero su inclinación con respecto a la dirección longitudinal del vehículo.

También la sección difusora puede presentar a su vez una longitud discrecional adecuada, mientras se consiga la función de guiado descrita anteriormente. En el presente ejemplo, la sección difusora 109.3 se extiende en la dirección longitudinal del vehículo a lo largo de 26% de la distancia de canto de desprendimiento DA, ya que de esta manera se consigue un comportamiento de guiado especialmente ventajoso.

Algo similar es válido para la sección de entrada que puede presentar una longitud y posición discretionales adecuadas en la dirección longitudinal del vehículo. En el presente ejemplo, la sección de entrada 109.5 se extiende en la dirección longitudinal del vehículo hasta el punto más profundo PT y por tanto, hasta una distancia de 57% de la distancia de canto de desprendimiento DA. Con respecto a la altura de punta de vehículo HN encima de la envoltura límite de construcción 112, la sección de entrada 109.5 se extiende en la dirección longitudinal del vehículo hasta una distancia de 250% de la altura de punta de vehículo HN. Dicho de otra manera, con un morro del vehículo 101, muy estirado hacia abajo, se produce de manera ventajosa ya en un momento muy temprano un desplazamiento lateral del flujo de aire.

En la dirección transversal del vehículo, la sección 114 en forma de domo y la sección difusora 109.3 se extienden centralmente a lo largo de aproximadamente 30% del ancho de vía W del bogie 103, ya que de esta manera se consigue una configuración especialmente ventajosa con un desplazamiento lateral temprano, ventajoso, del flujo de aire.

En cuanto a la configuración de la superficie difusora 109.4 de la sección difusora 109.3, que coopera con el flujo de aire, básicamente son válidas las mismas indicaciones que se han dado para la superficie de guiado 109.2. Especialmente, también la sección difusora puede presentar a su vez respectivamente al menos por secciones una superficie plana, una superficie curvada al menos de forma sencilla, especialmente una superficie sustancialmente cilíndrica o una superficie curvada doblemente, especialmente una superficie sustancialmente elipsoidal o hiperboloide.

En el presente ejemplo, la superficie difusora 109.4 está realizada como superficie continua lisa, estando inclinada una tangente a la superficie difusora 109.4 en un plano de sección de extensión perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo (especialmente en el plano central longitudinal del vehículo de la figura 5) en un segundo ángulo de inclinación con respecto a la dirección longitudinal del vehículo. El segundo ángulo de inclinación inicialmente aumenta de forma continua a un valor de 5° partiendo del valor cero en la zona del punto más bajo PT, antes de volver a reducirse, después de un punto de inversión WP, al valor cero que alcanza en un punto más alto PH. En el presente ejemplo, el punto más alto PH de la sección difusora 109.3 se encuentra a una distancia de aproximadamente 83% de la distancia del canto de desprendimiento DA respecto a la punta de vehículo 101.1, mientras que el punto de inversión WP está situado de forma céntrica entre el punto más bajo PT y el punto más alto PH.

Una configuración ventajosa con vistas al guiado sin perturbaciones del flujo de aire y la fácil integración en la geometría de la cabeza de vehículo se consigue en el presente ejemplo porque la superficie difusora 109.4 presenta en un plano de sección perpendicular a la dirección longitudinal del vehículo un contorno de sección sustancialmente convexo (véanse las figuras 11 y 12) y, en un plano de sección perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo, el contorno de sección descrito con el punto de inversión WP.

Entre la sección difusora 109.3 y la sección de guía 109.1 está prevista una sección de transición 109.6, en cuya zona la tangente al revestimiento exterior 109.2, en un plano de sección de extensión perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo, cambia de forma continua su inclinación respecto a la dirección longitudinal del vehículo partiendo del valor cero, garantizando de esta manera una transición sin perturbaciones entre la sección difusora 109.3 y la sección de guía 109.1.

Por lo tanto, en total, por la sección difusora 109.3, la sección de transición 109.6 y la sección de guía 109.1 queda realizada una ligera cavidad en el revestimiento exterior 102.1 con un contorno de sección sustancialmente en forma de S, a través del que, a pesar del acercamiento de la sección 114 en forma de domo hasta la envoltura límite de construcción 112, se consigue la desviación descrita de la dirección de flujo principal 111 hacia abajo.

En la zona del canto de desprendimiento de flujo, a ambos lados del plano central longitudinal están dispuestos además respectivamente 17 elementos turbuladores 115. Estos elementos turbuladores 115 sirven para incorporar arremolinamientos en la capa de cizalladura 108 que se forma después del desprendimiento de flujo en el canto de desprendimiento de flujo 107. De esta manera, se consigue la ventaja descrita al principio de la evitación de emisiones sonoras por la formación periódica de remolinos dentro de la capa de cizalladura 108.

Como se puede ver especialmente en las figuras 9 a 12, cada elemento turbulador 115 está realizado como saliente en forma de almena, en cuyo lado inferior está realizado el revestimiento exterior 102.1, cuyo canto inferior llega hasta la superficie límite de construcción 112. El elemento turbulador 115 está dispuesto de forma inclinada con respecto a la dirección longitudinal del vehículo y a la dirección transversal del vehículo. Esto ofrece la ventaja de que la perturbación introducida en la capa de cizalladura 108 puede actuar en primer lugar en la dirección transversal del vehículo o en el plano de extensión principal de la capa de cizalladura 108, que contiene la dirección de flujo principal 111. De esta manera, por los elementos turbuladores 115 no se produce ningún aumento no deseado de la ampliación de la capa de cizalladura 108 en la dirección vertical del vehículo o perpendicularmente respecto al plano de extensión principal de la capa de cizalladura 108.

Los elementos turbuladores 115 están dispuestos de tal forma que desvían la parte del flujo de aire, que incide sobre ellos, en la dirección transversal del vehículo alejándola del plano central longitudinal de la caja de vagón, ya que de esta manera se consigue una introducción especialmente ventajosa de la turbulencia en la capa de cizalladura 108. La longitud de los elementos turbuladores 115 está elegida de tal forma que causan una desviación suficiente de la parte del flujo de aire, que incide sobre ellos, en la dirección transversal del vehículo o dentro del plano de extensión principal de la capa de cizalladura, que conduce a un arremolinamiento fino suficiente en la capa de cizalladura 108, sin ampliar esta adicionalmente de forma notable transversalmente respecto a su plano de extensión principal.

Se entiende que en otras variantes de la invención, los elementos turbuladores pueden estar realizados básicamente de cualquier otra manera adecuada. En particular, los elementos turbuladores pueden presentar una orientación discrecional adecuada con respecto a la dirección longitudinal del vehículo, mientras produzcan el arremolinamiento fino suficiente, descrito, en la capa de cizalladura en el plano de extensión principal de esta.

Cabe volver a mencionar que una orientación del elemento turbulador, inclinada de esta manera con respecto a la dirección de flujo principal, que produce un arremolinamiento fino en la capa de cizalladura sin ampliación notable de la capa de cizalladura transversalmente respecto a su plano de extensión principal, constituye una idea

independiente de la desviación de la capa de cizalladura hacia abajo.

- La presente invención se ha descrito anteriormente con la ayuda de un ejemplo en el que el módulo de cabeza como componente completo integra el dispositivo de guiado de flujo que forma parte del módulo de caja de vagón según la invención. Se entiende, sin embargo, que en otras variantes de la invención el módulo de caja de vagón según la invención puede estar realizado como módulo separado que puede montarse también posteriormente en una caja de vagón existentes, como se indica en la figura 9 mediante el contorno 116 en líneas discontinuas. En este caso, resulta adecuado especialmente como componente de reequipamiento para vehículos existentes que hasta entonces presentan una configuración convencional con un lado inferior de la caja de vagón, que se extiende paralelamente con respecto al eje longitudinal del vehículo.
- 5
- 10 La presente invención se ha descrito anteriormente con la ayuda de un ejemplo en el que el dispositivo de guiado de flujo mencionado anteriormente está dispuesto en el tren de rodadura delantero. Se entiende, sin embargo, que en otras variantes de la invención el dispositivo de guiado de flujo adicionalmente o alternativamente puede estar previsto evidentemente también en el área de otro tren de rodadura. Además, se entiende que el dispositivo de guiado de flujo evidentemente también puede estar previsto a ambos lados del tren de rodadura correspondiente.
- 15 La presente invención se ha descrito anteriormente exclusivamente para ejemplos de vehículos para trenes automotores. Se entiende, sin embargo, que la invención también puede aplicarse en combinación con otros vehículos ferroviarios. Además, la invención se ha descrito exclusivamente en combinación con vehículos ferroviarios. Se entiende, sin embargo, que también puede aplicarse en combinación con cualquier otro tipo de vehículos para reducir las emisiones sonoras, para reducir la resistencia al flujo así como para reducir las cargas aerodinámicas en el trayecto.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Módulo de caja de vagón para formar al menos una parte de una sección de cabeza (105) de una caja de vagón (102), apoyada sobre al menos un tren de rodadura (103), de un vehículo, especialmente de un vehículo ferroviario para el tráfico de alta velocidad, con

- 5 - un dispositivo de guiado de flujo (109), el en cual
- la caja de vagón (102) define una dirección longitudinal del vehículo, una dirección transversal del vehículo y una dirección vertical del vehículo,
- la sección de cabeza (105) está realizada para formar durante un funcionamiento normal del vehículo un extremo de vehículo libre delantero (101.1),
- 10 - el dispositivo de guiado de flujo (109) está realizado para ser dispuesto en un lado inferior (102.2) de la caja de vagón (102) en la dirección longitudinal del vehículo entre el extremo de vehículo libre (101.1) y un extremo delantero de una escotadura de tren de rodadura (106) de la caja de vagón, que aloja el tren de rodadura (103) asignado al extremo de vehículo libre (101.1), y
- 15 - el dispositivo de guiado de flujo (109) está realizado para influir durante el funcionamiento del vehículo en un flujo de aire que circula rozando el lado inferior (102.2) de la caja de vagón desde el extremo de vehículo libre (101.1) hasta la escotadura de tren de rodadura (106), y en el cual
- el dispositivo de guiado de flujo (109) presenta una sección de guía (109.1) que es adyacente a un canto de desprendimiento de flujo (107) en el extremo delantero de la escotadura de tren de rodadura (106) y que en la dirección vertical del vehículo reduce hacia el canto de desprendimiento de flujo (107) una sección transversal de flujo libre, disponible para el flujo de aire, de tal forma que al flujo de aire se impone en la zona del canto de desprendimiento de flujo (107), a través de una zona de desviación (110), una dirección de flujo principal (111) orientada hacia abajo, que está inclinada al menos 3°, preferentemente al menos 4°, de forma especialmente preferible al menos 6°, con respecto a la dirección longitudinal del vehículo,
- 20

caracterizado porque

- 25 - el dispositivo de guiado de flujo (109) presenta una sección difusora (109.3) situada delante de la sección de guía (109.1), que se extiende entre el extremo de vehículo libre (101.1) y la sección de guía (109.1) y que en la dirección vertical del vehículo aumenta hacia el canto de desprendimiento de flujo (107) una sección transversal de flujo libre, disponible para el flujo de aire.

2. Módulo de caja de vagón según la reivindicación 1, **caracterizado porque**

- 30 - la dirección de flujo principal (111) está inclinada entre 3° y 10°, preferentemente entre 4° y 8°, de forma particularmente preferible entre 5° y 7°, especialmente entre 6° y 9°, con respecto a la dirección longitudinal del vehículo
- y/o
- 35 - la zona de desviación (110) en la dirección transversal del vehículo se extiende a lo largo de al menos el 60 %, preferentemente a lo largo de al menos el 80 %, de forma especialmente preferible a lo largo de al menos el 100 %, de un ancho de vía del tren de rodadura.

3. Módulo de caja de vagón según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque**

- el canto de desprendimiento de flujo (107) está dispuesto en la dirección longitudinal del vehículo a una distancia del canto de desprendimiento de manera alejada del extremo de vehículo libre (101.1),
- 40 - el dispositivo de guiado de flujo (109) presenta una superficie de guiado de flujo (109.2) que coopera con el flujo de aire y que define una envolvente, y
- la sección de guía (109.1) se extiende entre el extremo de vehículo libre (101.1) y el canto de desprendimiento de flujo (107),
- 45 en donde
- la sección de guía (109.1) se extiende en la dirección longitudinal del vehículo a lo largo de al menos el 10 %, preferentemente a lo largo de al menos el 20 %, de forma especialmente preferible a lo largo de entre el 10 % y el 30 % de la distancia del canto de desprendimiento,
- y/o
- 50 - la sección de guía (109.1) presenta una superficie de guiado (109.2) que coopera con el flujo de aire, y una tangente a la envolvente en la zona de la superficie de guiado (109.2) está inclinada en un plano de sección de extensión, perpendicular con respecto a la dirección transversal del vehículo, al menos en un primer ángulo de inclinación de al menos 3°, preferentemente de 3° a 10°, de forma especialmente preferible de 3° a 8°, de forma especialmente preferible de 3° a 6°, con respecto a la dirección longitudinal del vehículo, aumentando el primer ángulo de inclinación especialmente hacia el canto de desprendimiento de flujo (107)
- 55 y/o
- la sección de guía (109.1) se extiende en la dirección transversal del vehículo a lo largo de al menos el 80 %, preferentemente a lo largo de al menos el 100 %, de forma especialmente preferible a lo largo de al menos el 110 % del ancho de vía del tren de rodadura (103).

4. Módulo de caja de vagón según la reivindicación 3, **caracterizado porque**

- la sección de guía (109.1) forma el canto de desprendimiento de flujo (107), estando formado el canto de desprendimiento de flujo (107) especialmente de forma sustancialmente rectilínea,
y/o

5 - la sección de guía (109.1) presenta una superficie de guiado (109.2) sustancialmente lisa

y/o

- la sección de guía (109.1) presenta una superficie de guiado (109.2) curvada al menos de forma sencilla, especialmente una superficie de guiado (109.2) curvada doblemente.

5. Módulo de caja de vagón según las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado porque**

10 - la sección de guía presenta una superficie de guiado sustancialmente cilíndrica o una superficie de guiado sustancialmente elipsoidal o una superficie de guiado sustancialmente hiperboloide,
y/o

- la sección de guía (109.1) presenta una superficie de guiado (109.2) que presenta en un plano de sección perpendicular respecto a la dirección longitudinal del vehículo un primer contorno de sección (113) sustancialmente convexo y, en un plano de sección perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo, un segundo contorno de sección (113) sustancialmente cóncavo.

15

6. Módulo de caja de vagón según una de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado porque**

20 - la sección difusora (109.3) se extiende en la dirección longitudinal del vehículo a lo largo de al menos el 15 %, preferentemente a lo largo de al menos el 25 %, de forma especialmente preferible a lo largo del 15 % al 45 %, de la distancia del canto de desprendimiento
y/o

- la sección difusora (109.3) presenta una superficie difusora (109.4) que coopera con el flujo de aire, y una tangente a la envolvente en la zona de la superficie difusora (109.4) en un plano de sección de extensión perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo está inclinada en un primer ángulo de inclinación de al menos 1°, preferentemente de 2° a 7°, de forma especialmente preferible de 3° a 5°, con respecto a la dirección longitudinal del vehículo.

25

y/o

- la sección difusora (109.3) se extiende en la dirección transversal del vehículo a lo largo de al menos el 20 %, preferentemente a lo largo de al menos el 30 %, de forma especialmente preferible a lo largo del 20 % al 40 %, del ancho de vía del tren de rodadura (103).

30

7. Módulo de caja de vagón según la reivindicación 6, **caracterizado porque**

- la sección difusora (109.3) presenta una superficie (109.4) sustancialmente lisa.

y/o

- la sección difusora (109.3) presenta una superficie curvada al menos de forma sencilla, especialmente una superficie sustancialmente cilíndrica, o una superficie (109.4) curvada doblemente, especialmente una superficie sustancialmente elipsoidal o hiperboloide,

35

y/o

- la sección difusora (109.3) presenta una superficie difusora (109.4) que en un plano de sección perpendicular con respecto a la dirección longitudinal del vehículo presenta un tercer contorno de sección (113) sustancialmente convexo y que en un plano de sección perpendicular con respecto a la dirección transversal del vehículo presenta un cuarto contorno de sección (113) con un punto de inversión.

40

8. Módulo de caja de vagón según las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado porque**

- entre la sección difusora (109.3) y la sección de guía (109.1) está prevista una sección de transición (109.6) del dispositivo de guiado de flujo (109), en cuya zona una tangente a la envolvente en un plano de sección, de extensión perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo, cambia especialmente de forma continua su inclinación con respecto a la dirección longitudinal del vehículo,

45

y/o

- está prevista una sección de entrada (109.5), situada delante de la sección difusora (109.3), del dispositivo de guiado de flujo (109), en cuya zona una tangente a la envolvente en un plano de sección, de extensión perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo, cambia especialmente de forma continua hacia un valor cero su inclinación con respecto a la dirección longitudinal del vehículo.

50

y/o

- para la caja de vagón (102) está definida una envoltura límite de construcción (112) que ha de cumplir la caja de vagón (102), y está prevista una sección de entrada (109.5), situada delante de la sección difusora (109.3), del dispositivo de guiado de flujo (109), que al menos en la dirección vertical del vehículo llega sustancialmente hasta la envoltura límite de construcción (112).

55

9. Módulo de caja de vagón según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

- el dispositivo de guiado de flujo (109) está realizado para formar en el lado inferior (102.2) de la caja de vagón (102) entre una sección de entrada (109.5), situada delante del canto de desprendimiento de flujo (107), y el canto de desprendimiento de flujo (107) una ligera cavidad (109.1, 109.3) en un revestimiento exterior (102.1) de la caja de vagón (102), en donde
 - 5 - el dispositivo de guiado de flujo (109) presenta una superficie de guiado de flujo (109.2, 109.4) que coopera con el flujo de aire y que define una envolvente, y
 - la envolvente presenta a lo largo de una zona transversal (110) en un plano de sección, de extensión perpendicular respecto a la dirección transversal del vehículo, un contorno de sección (113) sustancialmente en forma de S.
- 10 10. Módulo de caja de vagón según la reivindicación 9, **caracterizado porque**
- la zona transversal (110) se extiende en la dirección transversal del vehículo a lo largo de al menos el 50 %, preferentemente a lo largo de al menos el 80 %, de forma especialmente preferible a lo largo del 100 %, del ancho de vía del tren de rodadura (103),
 - 15 y/o
 - el canto de desprendimiento de flujo (107) está dispuesto en la dirección longitudinal del vehículo de forma alejada del extremo de vehículo libre (101.1) a una distancia del canto de desprendimiento, y la sección de entrada se extiende en la dirección longitudinal del vehículo hasta una distancia del 35 % al 65 % de la distancia del canto de desprendimiento, preferentemente del 40 % al 60 % de la distancia del canto de desprendimiento, de forma especialmente preferible del 45 % al 55 % de la distancia del canto de desprendimiento, con respecto al extremo
 - 20 de vehículo libre (101.1),
 - y/o
 - para la caja de vagón (102) está definida una envoltura límite de construcción (112) descrita que ha de cumplir la caja de vagón (102), y el extremo de vehículo libre (101.1) presenta en la dirección vertical del vehículo una altura de la punta del vehículo por encima de la envoltura límite de construcción (112), y la sección de entrada (109.5) se
 - 25 extiende en la dirección longitudinal del vehículo hasta una distancia del 150 % al 300 % de la altura de la punta del vehículo, preferentemente del 175 % al 275 % de la altura de la punta del vehículo, de forma especialmente preferible del 200 % al 250 % de la altura de la punta del vehículo, con respecto al extremo de vehículo libre (101.1).
11. Módulo de caja de vagón según las reivindicaciones 9 o 10, **caracterizado porque**
- 30 - para la caja de vagón (102) está predefinida una envoltura límite de construcción (112) que ha de cumplir la caja de vagón (102), y la sección de entrada (109.5) llega, al menos en la dirección vertical del vehículo, sustancialmente hasta la envoltura límite de construcción (112),
 - y/o
 - 35 - la sección de entrada (109.5) está realizada en la zona de un saliente (114) sustancialmente con forma de domo en el lado inferior (102.2) de la caja de vagón (102).
12. Módulo de caja de vagón según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**
- el canto de desprendimiento de flujo (107) está realizado de forma sustancialmente rectilínea y/o
 - para la caja de vagón (102) está predefinida una envoltura límite de construcción (112) que ha de cumplir la caja de vagón (102), y el canto de desprendimiento de flujo (107) llega, al menos en la dirección vertical del vehículo, sustancialmente hasta la envoltura límite de construcción (112).
 - 40
13. Módulo de caja de vagón según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**
- en la zona del canto de desprendimiento de flujo (107) están previstos una pluralidad de elementos turbuladores (115) para incorporar arremolinamientos en una capa de cizalladura (108) que se forma después de un desprendimiento del flujo en el canto de desprendimiento de flujo (107), en donde
 - 45 -especialmente al menos uno de los elementos turbuladores (115) está realizado como saliente en forma de almena en el lado inferior (102.2) de la caja de vagón (102), estando dispuesto de forma inclinada con respecto a la dirección longitudinal del vehículo,
 - y/o
 - especialmente al menos uno de los elementos turbuladores (115) está realizado para desviar la parte del flujo de
 - 50 aire, que incide sobre él, en la dirección transversal del vehículo alejándola de un plano central longitudinal de la caja de vagón (102).
14. Caja de vagón con un módulo de caja de vagón (105) según una de las reivindicaciones anteriores.
15. Vehículo con una caja de vagón según la reivindicación 14, siendo especialmente un vehículo para el tráfico de alta velocidad con una velocidad de servicio nominal superior a 250 km/h, especialmente superior a 300 km/h.

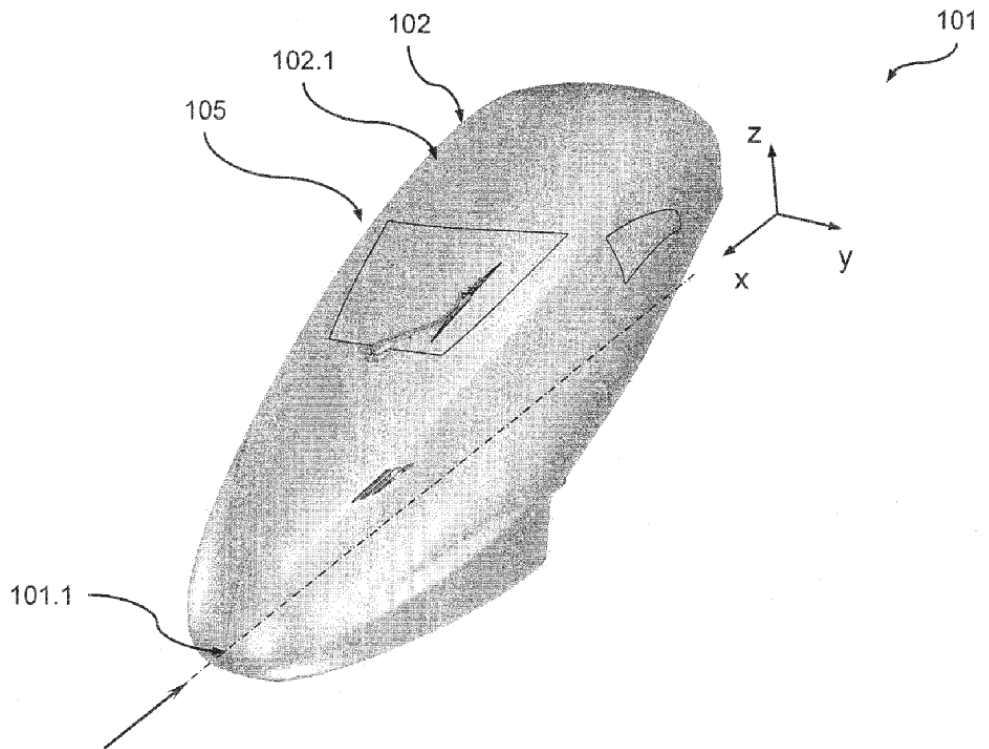


Fig. 1

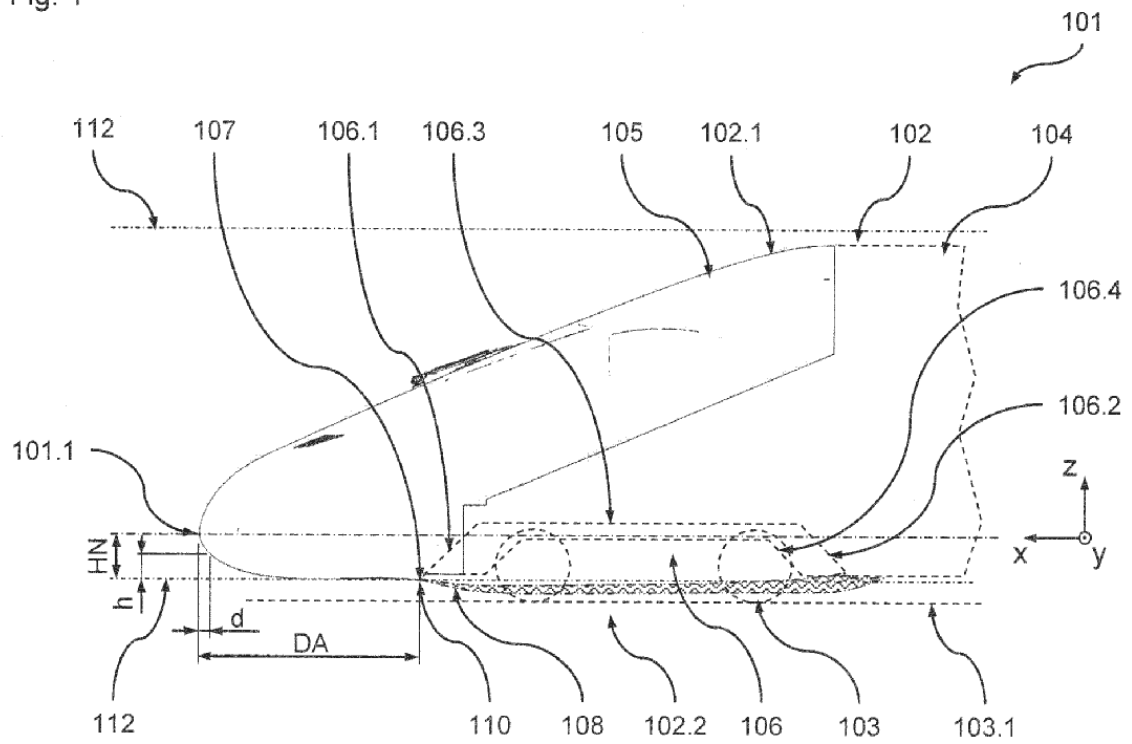


Fig. 2

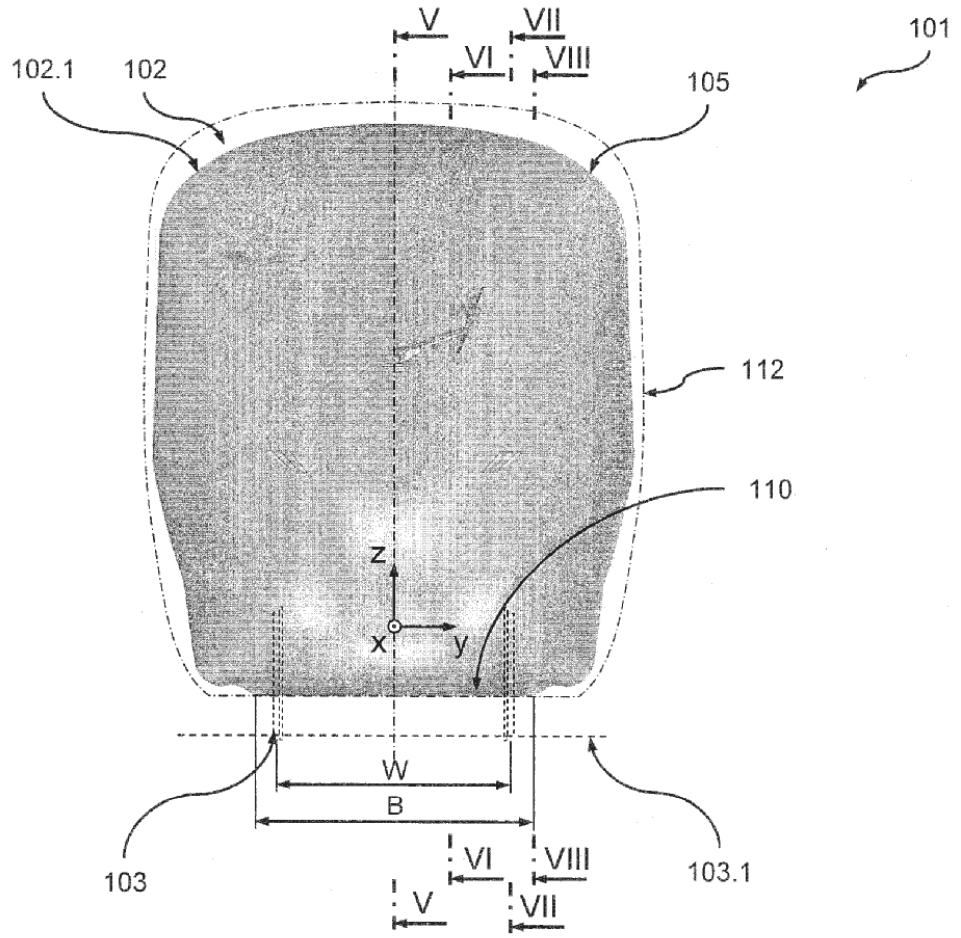


Fig. 3

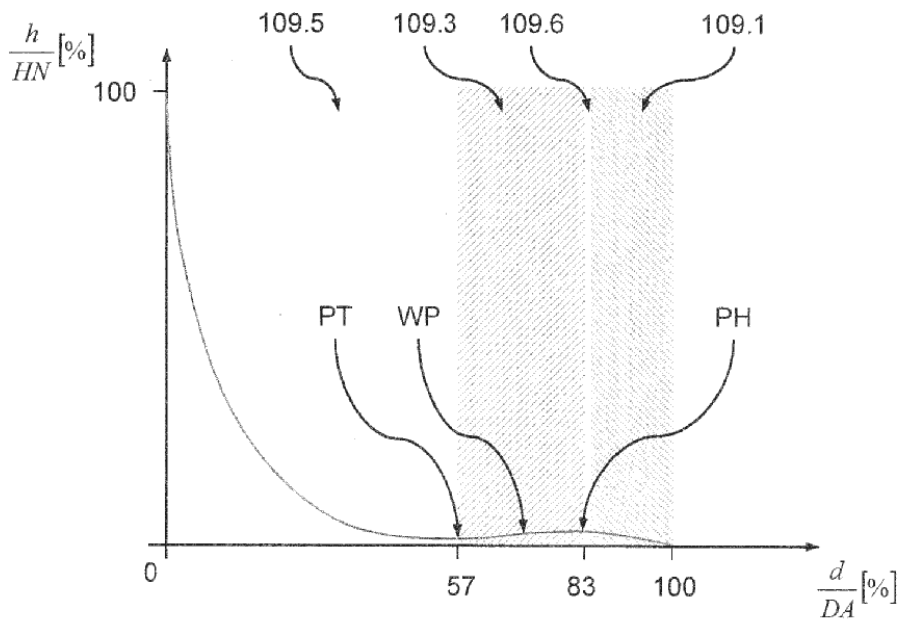


Fig. 4

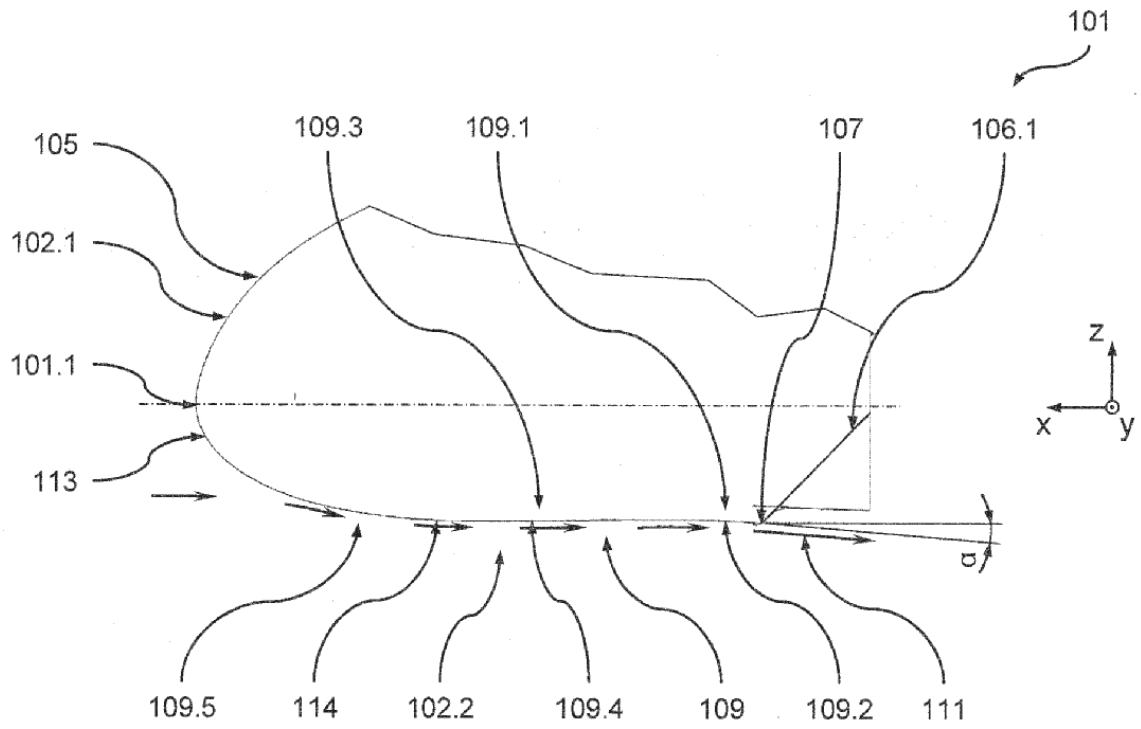


Fig. 5

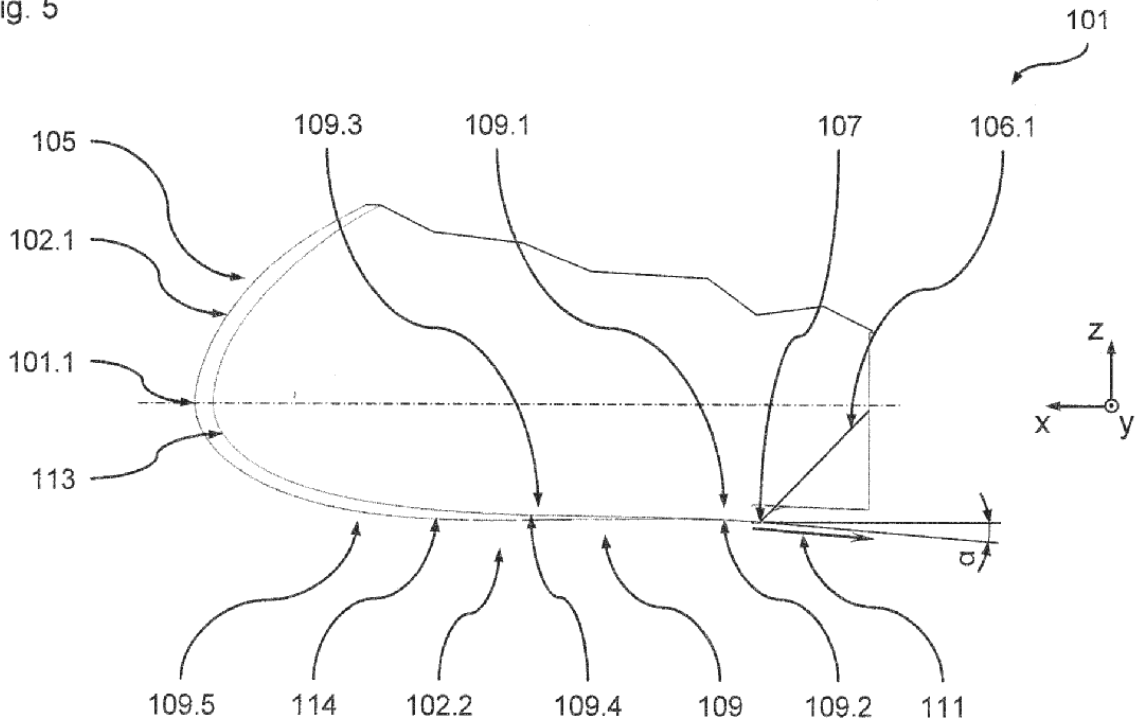


Fig. 6

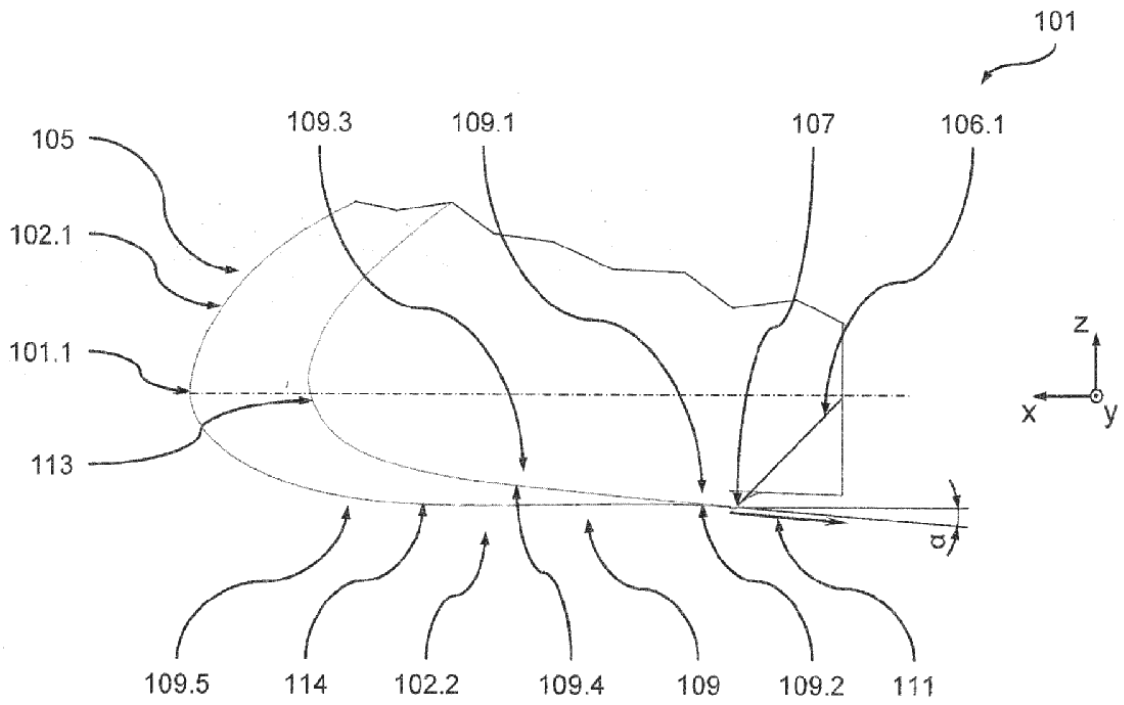


Fig. 7

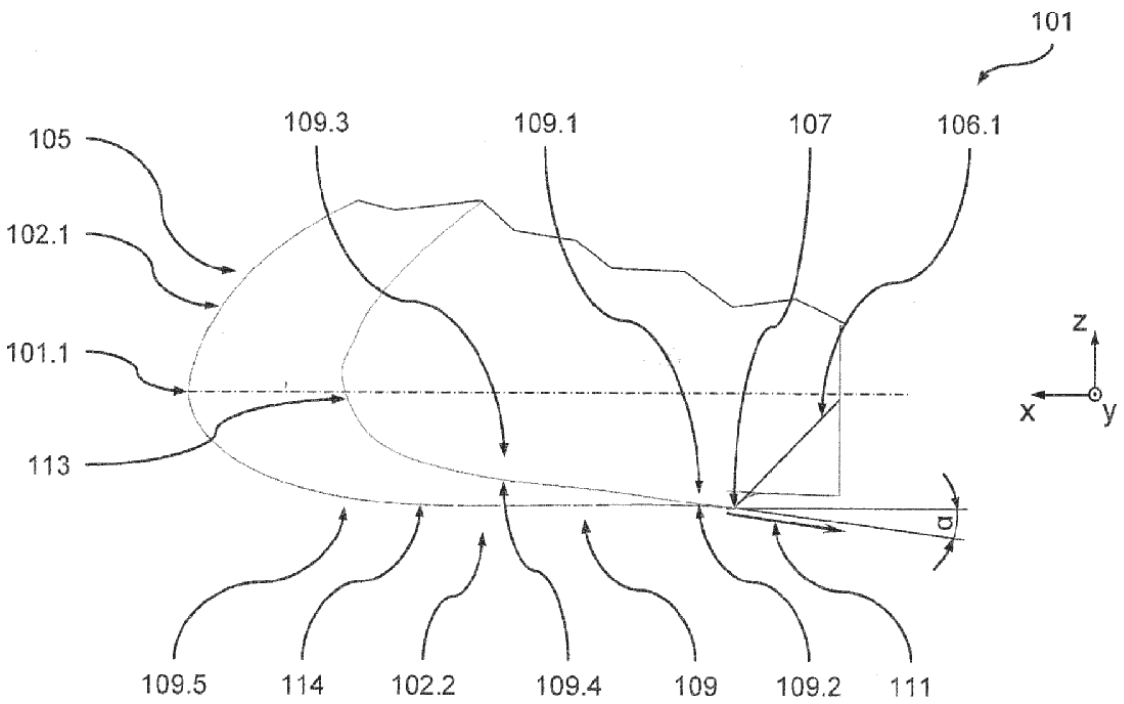


Fig. 8

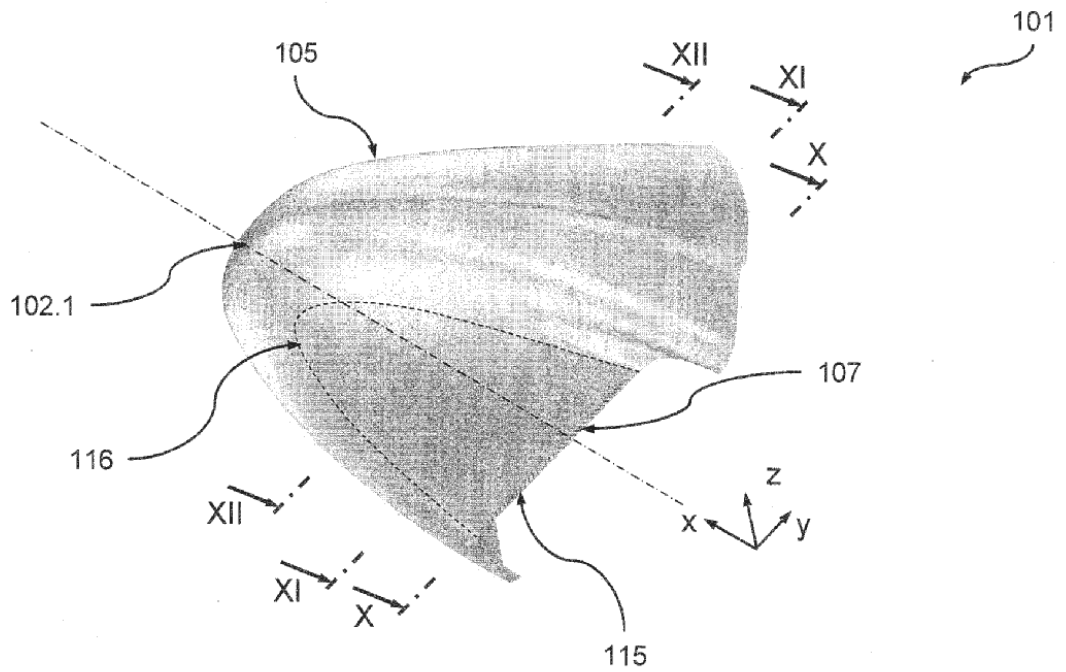


Fig. 9

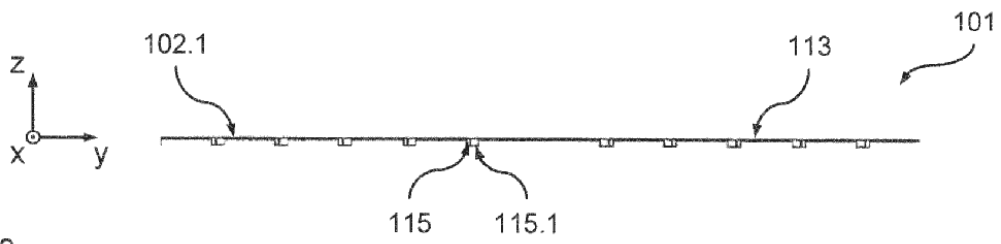


Fig. 10

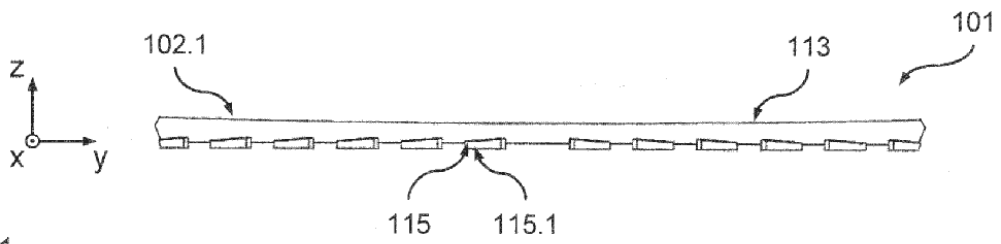


Fig. 11

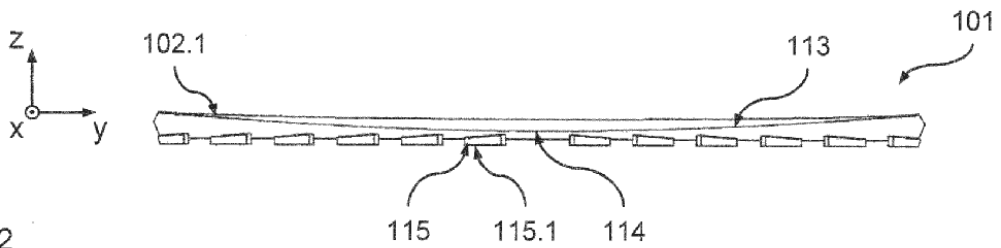


Fig. 12