

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 453 047**

51 Int. Cl.:

**B61D 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2010 E 10168073 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2013 EP 2383161**

54 Título: **Cabeza de vehículo con sensibilidad reducida al viento lateral**

30 Prioridad:

**29.04.2010 EP 10161538**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.04.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SCHOBER, MARTIN;  
ORELLANO, ALEXANDER;  
TIETZE, ANDREAS;  
WEISE, MARCO y  
STEILEN, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 453 047 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 con sensibilidad reducida al viento lateral

5 La presente invención se refiere a un vehículo, en particular a un vehículo sobre carriles para el tráfico de alta velocidad, con una caja de vagón que se apoya en al menos un tren de rodadura, definiendo la caja de vagón una dirección longitudinal de vehículo, una dirección transversal de vehículo y una dirección de altura de vehículo, presentando la caja de vagón un tramo de cuerpo y un tramo de cabeza que sigue al mismo. El tramo de cabeza está configurado para formar un extremo libre de vehículo durante el funcionamiento, estrechándose el tramo de cabeza a lo largo de la dirección longitudinal de vehículo hacia el extremo libre de vehículo al menos en la dirección de altura de vehículo. El tramo de cabeza presenta además un recubrimiento exterior y un dispositivo de desprendimiento de flujo que se extiende en la dirección longitudinal de vehículo y/o en la dirección de altura de vehículo para reducir la sensibilidad al viento lateral del vehículo.

15 En vehículos sobre carriles modernos con velocidades de servicio nominales relativamente altas y/o un diseño con una altura relativamente grande (tal como es necesaria por ejemplo en vehículos de doble planta) existe a menudo el problema de que tengan una denominada sensibilidad al viento lateral elevada. En estos vehículos se produce, entre otras cosas, una distribución desfavorable de la presión en la punta anterior del vehículo en caso de un flujo oblicuo, que se debe por ejemplo al viento lateral, contra la caja de vagón (esto es, un flujo incidente diferente a un flujo incidente paralelo a la dirección de desplazamiento o al eje longitudinal de vehículo) a medida que aumenta la velocidad de flujo incidente y/o a medida que aumenta la diferencia con respecto al flujo incidente paralelo a la dirección de desplazamiento. Esta distribución desfavorable de la presión provoca entre otras cosas una sustentación y dado el caso un momento de balanceo en la zona de la punta de vehículo que dado el caso pueden llevar a una descarga considerable de las ruedas en el tren de rodadura adyacente a la punta de vehículo.

20 La descarga de las ruedas en caso de viento lateral puede ser tan grande a este respecto que por ejemplo ya no se cumplan criterios de estabilidad al viento lateral establecidos por normas o prescripciones de servicio nacionales o internacionales. Así, por ejemplo la Directriz 96/48/EG - Interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad, subsistema "vehículos"(denominada a menudo también TSI RS) define como criterio de estabilidad para determinados vehículos con determinadas velocidades de servicio nominales que la descarga máxima media de ruedas del mecanismo de rodadura más crítico no debe superar el 90 % de las cargas estáticas del conjunto de ruedas del mecanismo de rodadura (véase la directriz TSI RS, anexo G. 5.4.1).

30 En particular, en caso de vehículos terminales relativamente ligeros en un conjunto de tren, en particular en el caso de los denominados vagones-piloto que no soportan un equipamiento de servicio o sólo soportan un equipamiento de servicio poco pesado (en particular un equipamiento de accionamiento, tal como transformadores principales, etc.), es muy probable que se pueda incumplir un criterio de estabilidad de este tipo. Esto tiene como consecuencia de que se tiene que aumentar el peso de un vehículo de este tipo y de este modo las cargas del conjunto de ruedas en el respectivo tren de rodadura y adicional o alternativamente se tiene que reducir la velocidad de desplazamiento a partir de una determinada intensidad de viento lateral. Estos dos casos no son deseables por motivos económicos.

40 El documento DE 25 54 488 C3 propone en este contexto un vehículo genérico en el que están previstos dispositivos de desprendimiento de flujo montados de manera móvil en la cabeza del vehículo, que al aparecer un viento lateral generan un desprendimiento de flujo que contrarresta el desarrollo de la distribución desfavorable de la presión anteriormente descrita en la cabeza de vehículo. En caso de un flujo incidente normal, paralela a la dirección de desplazamiento, se deben desactivar estos dispositivos de desprendimiento de flujo y se tienen que integrar perfectamente en el recubrimiento exterior liso redondeado de la caja de vagón para evitar efectos inconvenientes de estos dispositivos de desprendimiento de flujo con respecto a la producción de ruidos del vehículo (en particular en caso de velocidades elevadas) así como con respecto a la resistencia aerodinámica del vehículo.

45 Este diseño posibilita reducir los efectos negativos de un flujo oblicuo en caso de viento lateral. Sin embargo, tiene el inconveniente de que sea relativamente laborioso y que requiera un mantenimiento relativamente importante.

La presente invención se basa por tanto en el objetivo de proporcionar un vehículo del tipo mencionado al inicio que no conlleve o al menos sólo conlleve en una medida reducida los inconvenientes anteriormente mencionados, y que en particular permita de manera sencilla un aumento de la estabilidad al viento lateral del vehículo.

50 La presente invención soluciona este objetivo partiendo de un vehículo según el preámbulo de la reivindicación 1 mediante las características indicadas en la parte identificadora de la reivindicación 1.

55 La presente invención se basa en la enseñanza técnica de que es posible aumentar de manera sencilla la estabilidad al viento lateral del vehículo sin aumentar considerablemente la producción de ruidos en caso de velocidades elevadas así como aumentar considerablemente la resistencia aerodinámica del vehículo cuando en la cabeza de vehículo está previsto un saliente a modo de tejado fundamentalmente rígido, integrado en el recubrimiento exterior del vehículo, que en caso de un flujo oblicuo contra el vehículo está dispuesto en el lado de sotavento del plano central longitudinal de vehículo y forma en el mismo con su tramo de cresta un canto de desprendimiento de flujo para el flujo de aire, de modo que el flujo se desprende en este punto del recubrimiento exterior.

Preferiblemente, el saliente a modo de tejado es configurado de manera tan marcada que preferiblemente con todas las velocidades de desplazamiento que se pueden alcanzar en el servicio normal del vehículo y un viento lateral correspondientemente intenso se garantiza una separación permanente fiable del flujo con respecto al recubrimiento exterior, por tanto se evita de manera fiable que el flujo se vuelva a colocar en el recubrimiento exterior.

- 5 De este modo, es posible una reducción ventajosa de la sensibilidad al viento lateral del vehículo. En este caso, se ha mostrado además que el saliente a modo de tejado se puede diseñar y disponer de modo que también en caso de velocidades de desplazamiento elevadas no se produzca un aumento considerable de la producción de ruidos en el canto de desprendimiento de flujo así como tampoco un aumento considerable de la resistencia aerodinámica del vehículo. Un saliente a modo de tejado de este tipo se puede integrar además sin un trabajo mayor en el  
10 recubrimiento exterior de la caja de vagón, por ejemplo lateralmente fuera de un vidrio frontal, de modo que el trabajo de fabricación para el vehículo no aumenta considerablemente.

- Según un aspecto, la presente invención se refiere por tanto a un vehículo, en particular a un vehículo sobre carriles para el tráfico de alta velocidad, con una caja de vagón que se apoya en al menos un tren de rodadura, definiendo la  
15 caja de vagón una dirección longitudinal de vehículo, una dirección transversal de vehículo y una dirección de altura de vehículo. La caja de vagón presenta un tramo de cuerpo y un tramo de cabeza que sigue al mismo. El tramo de cabeza está configurado para formar un extremo libre de vehículo durante el funcionamiento, estrechándose el tramo de cabeza a lo largo de la dirección longitudinal de vehículo hacia el extremo libre de vehículo al menos en la dirección de altura de vehículo. El tramo de cabeza presenta además un recubrimiento exterior y un dispositivo de desprendimiento de flujo que se extiende en la dirección longitudinal de vehículo y/o en la dirección de altura de  
20 vehículo para reducir la sensibilidad al viento lateral del vehículo. El dispositivo de desprendimiento de flujo comprende un saliente a modo de tejado formado por el recubrimiento exterior, estando el saliente a modo de tejado separado con respecto a un plano central longitudinal de vehículo en la dirección transversal de vehículo. El saliente a modo de tejado presenta un primer tramo de tejado, dirigido al plano central longitudinal de vehículo, un segundo tramo de tejado, alejado del plano central longitudinal de vehículo, y un tramo de cresta que forma una transición entre el primer tramo de tejado y el segundo tramo de tejado. El primer tramo de tejado y el segundo tramo de tejado  
25 discurren de manera inclinada entre sí de modo que el tramo de cresta forma un canto de desprendimiento de flujo para el flujo de aire en caso de una velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles y un flujo oblicuo, que se debe en particular al viento lateral, contra el saliente a modo de tejado mediante un flujo de aire desde el plano central longitudinal de vehículo.

- 30 En este punto cabe señalar que por la velocidad de servicio nominal en el sentido de la presente invención se debe entender la velocidad máxima del vehículo relevante para el diseño y la autorización de circulación del vehículo que en el servicio normal del vehículo se puede mantener o se mantiene durante un periodo prolongado.

- Los tramos de tejado y el tramo de cresta del saliente a modo de tejado pueden estar diseñados básicamente de cualquier manera adecuada, siempre que se garantice que en la zona del tramo de cresta esté formado un canto de  
35 desprendimiento de flujo que garantice una separación fiable y permanente del flujo de aire con un flujo oblicuo contra el vehículo o la caja de vagón. En particular, tanto el primer tramo de tejado como el segundo tramo de tejado (en un plano de corte perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo) pueden presentar un contorno de corte al menos por tramos de línea recta y/o al menos por tramos con cualquier curvatura. En este caso, sólo es necesario que el primer tramo de tejado y el segundo tramo de tejado estén dispuestos de tal modo entre sí que en caso de un  
40 flujo oblicuo contra el vehículo se aplique una dirección de flujo principal al flujo de aire a través del primer tramo de tejado en la zona próxima a la capa límite, estando el contorno de corte en la zona del segundo tramo de tejado (en la dirección de flujo principal tras el tramo de cresta) doblado o descendido a modo de precipicio o tan bruscamente con respecto a la dirección de flujo principal que el flujo de aire no puede seguir a este cambio rápido de la dirección del contorno de corte y por consiguiente se separa de manera permanente del recubrimiento exterior.

- 45 Este cambio rápido de la dirección del contorno de corte a lo largo de la dirección de flujo principal en la zona próxima a la capa límite se puede conseguir de cualquier manera adecuada mediante un diseño correspondiente del recubrimiento exterior de la caja de vagón. En este caso, cabe señalar que en particular el recubrimiento exterior de la caja de vagón no tiene que seguir necesariamente en cada punto exactamente a la dirección de flujo principal. Más bien, son posibles desviaciones locales del contorno de corte del recubrimiento exterior con respecto a esta  
50 dirección de flujo principal (que por ejemplo se deben a irregularidades del recubrimiento exterior en forma de nervios, cantos o abolladuras locales, etc.), en cuya zona la capa límite así como dado el caso la zona próxima a la capa límite del flujo presentan una dirección diferente a la dirección de flujo principal. Sólo se tiene que garantizar que estas diferencias locales no influyan en la dirección global del flujo (por tanto la dirección de flujo principal) en la zona próxima a la capa límite.

- 55 En caso de variantes preferidas del vehículo según la invención, el primer tramo de tejado está configurado de modo que en un plano transversal de vehículo, que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo, aplica una primera dirección tangencial al flujo de aire en caso de un flujo incidente en la dirección transversal de vehículo desde el plano central longitudinal de vehículo en una primera zona de conexión al tramo de cresta, mientras que el segundo tramo de tejado está configurado de modo que en el plano transversal de vehículo  
60 aplica una segunda dirección tangencial al flujo de aire en caso de un flujo incidente en la dirección transversal de vehículo hacia el plano central longitudinal de vehículo en una segunda zona de conexión al tramo de cresta. En

este caso, la primera dirección tangencial y la segunda dirección tangencial definen un ángulo de tejado (encerrado entre los dos tramos de tejado) del saliente a modo de tejado. Para conseguir el cambio rápido descrito de la dirección del contorno de corte, y de este modo la separación permanente deseada del flujo, el ángulo de tejado, por una primera zona de canto que se extiende en la dirección longitudinal de vehículo, asciende a menos de 150 °, preferiblemente a menos de 130 °, más preferiblemente a menos de 120 °. Preferiblemente, el ángulo de tejado asciende a menos de 110 °, más preferiblemente a menos de 100 °. Resultados especialmente favorables se pueden conseguir cuando el ángulo de tejado ascienda a de 70 ° a 110 °.

Cabe mencionar de nuevo que el recubrimiento exterior de la caja de vagón en la respectiva zona de conexión no tiene que tener necesariamente un contorno liso, por ejemplo curvado de manera uniforme. Más bien, son posibles en este caso diferencias locales (como nervios, cantos, abolladuras locales, etc.), siempre que al respectivo flujo en la zona próxima a la capa límite se le aplique la respectiva dirección tangencial como dirección de flujo principal.

En caso de variantes preferidas adicionales del vehículo según la invención, en particular en caso de variantes con un recubrimiento exterior fundamentalmente liso (que por ejemplo en la zona de conexión al tramo de cresta presenta en cada caso un cambio como máximo moderado de la curvatura), el primer tramo de tejado, en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo, define en una primera zona de conexión al tramo de tejado una primera dirección tangencial, mientras que el segundo tramo de tejado, en el plano transversal de vehículo, define en una segunda zona de conexión al tramo de cresta una segunda dirección tangencial, definiendo la primera dirección tangencial y la segunda dirección tangencial a su vez un ángulo de tejado (encerrado entre los dos tramos de tejado) del saliente a modo de tejado. Para conseguir también en este caso el cambio rápido descrito de la dirección del contorno de corte, y de este modo la separación permanente deseada del flujo, el ángulo de tejado, por una primera zona de canto que se extiende en la dirección longitudinal de vehículo, asciende a menos de 150 °, preferiblemente a menos de 130 °, más preferiblemente a menos de 120 °. Preferiblemente, el ángulo de tejado asciende a menos de 110 °, más preferiblemente a menos de 100 °. Resultados especialmente favorables se pueden conseguir cuando el ángulo de tejado ascienda a de 70 ° a 110 °.

La extensión del saliente a modo de tejado por el tramo de cabeza se puede elegir básicamente de cualquier manera adecuada en las tres direcciones de vehículo, siempre que se realice la reducción deseada de la sensibilidad al viento lateral del vehículo. Así, puede ser suficiente prever un saliente a modo de tejado relativamente corto, siempre que éste se extienda por una zona del vehículo que es especialmente crítica para la sensibilidad al viento lateral. La posición y la longitud (a lo largo del tramo de cresta) del saliente a modo de tejado pueden depender en este caso en particular de la velocidad de servicio nominal del vehículo. Así, para diferentes vehículos con diferentes velocidades de servicio nominales, la parte del saliente a modo de tejado que provoca la separación permanente del flujo se desplaza en la dirección longitudinal de vehículo alejándose de la punta del vehículo, en general a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del respectivo vehículo (por tanto, en caso de un vehículo con una mayor velocidad de servicio nominal, la parte del saliente a modo de tejado que provoca la separación permanente del flujo se sitúa más alejada de la punta del vehículo que en caso de un vehículo con una menor velocidad de servicio nominal).

En variantes preferidas del vehículo según la invención, el tramo de cabeza tiene en la dirección longitudinal de vehículo entre el extremo libre de vehículo y una conexión al tramo de cuerpo una longitud de cabeza máxima, definiéndose la transición del tramo de cabeza al tramo de cuerpo por regla general por el punto en la dirección longitudinal de vehículo en el que empieza una zona fundamentalmente prismática por toda la circunferencia de la caja de vagón, esto es, la zona en la que (aparte de entalladuras para estructuras empotradas, como por ejemplo colectores de corriente, o estructuras montadas, como por ejemplo contenedores de techo) a lo largo de la dirección longitudinal de vehículo fundamentalmente ya no se produce ningún cambio de la sección transversal de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo.

La primera zona de canto se extiende en la dirección longitudinal de vehículo en estos casos por al menos un 15 % de la longitud de cabeza máxima. Preferiblemente, la primera zona de canto se extiende por al menos un 20 % de la longitud de cabeza máxima. Resultados especialmente favorables con respecto a la reducción de la sensibilidad al viento lateral con poca emisión de ruidos y una baja resistencia aerodinámica en la dirección de desplazamiento se pueden conseguir cuando la primera zona de canto se extienda de un 25 % a un 50 % de la longitud de cabeza máxima.

De manera adicional o alternativa, está previsto que la primera zona de canto, partiendo del extremo libre de vehículo en la dirección longitudinal de vehículo, empiece con una primera distancia longitudinal relativa que asciende al menos a un 2 % de la longitud de cabeza máxima. Preferiblemente, la primera distancia longitudinal relativa asciende al menos a un 5 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente al menos a un 15 % de la longitud de cabeza máxima. También en este caso es válido en general que la primera distancia longitudinal relativa aumenta preferiblemente para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del respectivo vehículo sobre carriles (por tanto la primera distancia longitudinal relativa en caso de un vehículo con una mayor velocidad de servicio nominal es mayor que en caso de un vehículo con una menor velocidad de servicio nominal).

De manera adicional o alternativa, está previsto además que la primera zona de canto, partiendo del extremo libre

de vehículo en la dirección longitudinal de vehículo, termine con una segunda distancia longitudinal relativa que asciende como máximo a un 80 % de la longitud de cabeza máxima. Preferiblemente, la segunda distancia longitudinal relativa asciende como máximo a un 65 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente como máximo a un 50 % de la longitud de cabeza máxima, aumentando también la segunda distancia longitudinal relativa en general para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles (por tanto la segunda distancia longitudinal relativa en caso de un vehículo con una mayor velocidad de servicio nominal es mayor que en caso de un vehículo con una menor velocidad de servicio nominal).

Con respecto a la ubicación y la posición del saliente a modo de tejado en la dirección de altura del vehículo son válidas condiciones marginales comparables. Así, el tramo de cabeza presenta en la dirección de altura de vehículo entre un canto inferior de vehículo y un canto superior de vehículo una altura de cabeza máxima, extendiéndose la primera zona de canto en la dirección de altura de vehículo preferiblemente por al menos un 10 % de la altura de cabeza máxima, preferiblemente por al menos un 30 % de la altura de cabeza máxima. Resultados especialmente favorables con respecto a la reducción de la sensibilidad al viento lateral con poca emisión de ruidos y una baja resistencia aerodinámica en la dirección de desplazamiento se pueden conseguir cuando la primera zona de canto se extienda en la dirección de altura de vehículo de un 25 % a un 60 % de la altura de cabeza máxima.

De manera adicional o alternativa, está previsto que la primera zona de canto, partiendo del canto inferior de vehículo en la dirección de altura de vehículo, empiece con una primera distancia de altura relativa que asciende al menos a un 15 % de la altura de cabeza máxima. Preferiblemente, la primera distancia de altura relativa asciende al menos a un 20 % de la altura de cabeza máxima, más preferiblemente al menos a un 40 % de la altura de cabeza máxima. También en este caso es válido en general que la primera distancia de altura relativa aumenta para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles (por tanto la primera distancia de altura relativa en caso de un vehículo con una mayor velocidad de servicio nominal es mayor que en caso de un vehículo con una menor velocidad de servicio nominal).

De manera adicional o alternativa, está previsto además que la primera zona de canto, partiendo del canto inferior de vehículo en la dirección de altura de vehículo, termine con una segunda distancia de altura relativa que asciende como máximo a un 85 % de la altura de cabeza máxima. Preferiblemente, la segunda distancia de altura relativa asciende como máximo a un 75 % de la altura de cabeza máxima, más preferiblemente asciende como máximo a un 65 % de la longitud de cabeza máxima. También en este caso es válido en general que la segunda distancia de altura relativa aumenta para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles (por tanto la segunda distancia de altura relativa en caso de un vehículo con una mayor velocidad de servicio nominal es mayor que en caso de un vehículo con una menor velocidad de servicio nominal).

Con respecto a la ubicación y la posición del saliente a modo de tejado en la dirección transversal del vehículo son válidas también condiciones marginales comparables. Así, el tramo de cabeza presenta en la dirección transversal de vehículo un ancho de cabeza máximo y la primera zona de canto se extiende en la dirección transversal de vehículo por al menos un 10 % del ancho de cabeza máximo, preferiblemente por al menos un 15 % del ancho de cabeza máximo. Resultados especialmente favorables con respecto a la reducción de la sensibilidad al viento lateral con poca emisión de ruidos y una baja resistencia aerodinámica en la dirección de desplazamiento se pueden conseguir cuando la primera zona de canto se extienda de un 10 % a un 20 % del ancho de cabeza máximo.

De manera adicional o alternativa, está previsto que la primera zona de canto, partiendo del plano central longitudinal de vehículo en la dirección transversal de vehículo, empiece con una primera distancia transversal relativa que asciende al menos a un 15 % del ancho de cabeza máximo. Preferiblemente, la primera distancia transversal relativa asciende al menos a un 20 % del ancho de cabeza máximo, más preferiblemente al menos a un 25 % del ancho de cabeza máximo. En este caso es válido en general que la primera distancia transversal relativa disminuye para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles (por tanto la primera distancia transversal relativa en caso de un vehículo con una mayor velocidad de servicio nominal es menor que en caso de un vehículo con una menor velocidad de servicio nominal).

De manera adicional o alternativa, está previsto que la primera zona de canto, partiendo del plano central longitudinal de vehículo en la dirección transversal de vehículo, termine con una segunda distancia transversal relativa que asciende como máximo a un 30 % del ancho de cabeza máximo. Preferiblemente, la segunda distancia transversal relativa asciende como máximo a un 35 % del ancho de cabeza máximo, más preferiblemente como máximo a un 45 % del ancho de cabeza máximo. También en este caso es válido en general que la segunda distancia transversal relativa disminuye para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles (por tanto la segunda distancia transversal relativa en caso de un vehículo con una mayor velocidad de servicio nominal es menor que en caso de un vehículo con una menor velocidad de servicio nominal).

El propio tramo de cresta puede estar configurado de cualquier manera adecuada, siempre que se garantice que se realiza un cambio lo suficientemente brusco o rápido de la dirección del recubrimiento exterior que garantiza una separación permanente del flujo en esta zona con un viento lateral correspondiente. Preferiblemente, está previsto que el tramo de cresta en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo esté configurado fundamentalmente con un canto vivo, es decir, que el tramo de cresta

defina un canto marcado que favorezca esta separación permanente del flujo con un viento lateral correspondiente.

5 De manera adicional o alternativa, está previsto preferiblemente que el tramo de cresta esté configurado al menos por tramos de manera redondeada en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo, ascendiendo el radio de curvatura del tramo de cresta preferiblemente como máximo a 30 mm, preferiblemente como máximo a 15 mm. Preferiblemente, el radio de curvatura del tramo de cresta asciende como máximo a 5 mm, más preferiblemente como máximo a 2 mm, ya que de este modo se pueden conseguir cantos de desprendimiento especialmente favorables con respecto al flujo y aun así lo suficientemente sencillos de fabricar.

10 En este contexto cabe señalar que el radio de curvatura preferiblemente disminuye a medida que aumenta el ángulo de tejado para conseguir una separación de flujo adecuada fiable con un viento lateral correspondiente. Por tanto, preferiblemente, está previsto un canto más vivo cuanto más obtuso sea el ángulo de tejado.

15 Para conseguir el canto vivo descrito del tramo de cresta, su dimensión en la dirección transversal de vehículo preferiblemente está limitada de manera correspondiente. Preferiblemente, el tramo de cresta presenta para ello en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo una dimensión transversal máxima que asciende como máximo a 30 mm, preferiblemente asciende como máximo a 15 mm. Preferiblemente, la dimensión transversal máxima asciende como máximo a 5 mm, más preferiblemente como máximo a 2 mm.

20 Para conseguir una separación permanente del flujo en la zona del saliente a modo de tejado, el saliente a modo de tejado está dispuesto y configurado preferiblemente de modo que se le aplica al flujo de aire en su zona una componente de flujo intensa dirigida alejándose radialmente del recubrimiento exterior. Dicho de otro modo, está previsto preferiblemente que el saliente a modo de tejado esté configurado a modo de rampa de modo que el flujo se guía alejándose radialmente del recubrimiento exterior. Preferiblemente, está previsto por tanto que en una sección transversal de vehículo de la caja de vagón que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo, una línea de conexión entre un punto del tramo de cresta y el centro de gravedad superficial de la sección transversal de vehículo defina una dirección radial, encerrando la primera dirección tangencial y la dirección radial entonces un ángulo inferior a 60 °. Preferiblemente, el ángulo entre la dirección radial y la primera dirección tangencial asciende a menos de 45 °, más preferiblemente a menos de 35 °.

30 En variantes preferidas adicionales del vehículo según la invención, el recubrimiento exterior del tramo de cabeza presenta en el lado superior de vehículo en la zona del saliente a modo de tejado un tramo en forma de garganta que por ejemplo puede provocar de manera sencilla la desviación descrita dirigida muy radialmente del flujo. El tramo en forma de garganta está dispuesto preferiblemente en el recubrimiento exterior del tramo de cabeza en una zona fuera de un vidrio frontal del tramo de cabeza, ya que allí se puede realizar de manera especialmente sencilla. Además, la disposición en este punto situado típicamente relativamente en el exterior (en la dirección transversal de vehículo) con respecto a la reducción de la sensibilidad al viento lateral es especialmente eficaz con poca producción de ruidos y una baja resistencia al desplazamiento, puesto que ya mediante la conformación general de los tramos de cabeza en esta zona se favorece un pandeo o descenso correspondientemente brusco o a modo de precipicio del contorno de corte con respecto a la dirección de flujo principal que resulta ventajoso para la separación permanente del recubrimiento exterior.

40 Preferiblemente, el recubrimiento exterior presenta en el tramo en forma de garganta en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo entre un tramo de cresta del saliente a modo de tejado y el plano central longitudinal de vehículo un contorno de corte que fundamentalmente está curvado de manera continua y que presenta un punto de inflexión, estando el punto de inflexión dispuesto en particular más próximo al tramo de cresta que en el plano central longitudinal de vehículo. Mediante el contorno de corte ondulado realizado con ello se puede realizar de manera sencilla un recubrimiento exterior "liso" en total del vehículo, dado el caso sin cantos, con excepción del tramo de cresta.

45 En variantes preferidas adicionales de la invención con una desviación de flujo muy radial favorable, el contorno de corte presenta un pandeo fundamentalmente en forma de V, estando el pandeo dispuesto en particular más próximo al tramo de cresta que al plano central longitudinal de vehículo. También en este caso se puede realizar el efecto deseado con un recubrimiento exterior configurado de manera relativamente sencilla.

50 La posición y la extensión del tramo en forma de garganta son similares a la posición y la extensión de la primera zona de canto anteriormente descrita, ya que de este modo se consiguen los mismos efectos y ventajas.

55 También en estas variantes, el tramo de cabeza tiene en la dirección longitudinal de vehículo entre el extremo libre del vehículo y una conexión al tramo de cuerpo una longitud de cabeza máxima, extendiéndose el tramo en forma de garganta entonces por tanto en la dirección longitudinal de vehículo por al menos un 30 % de la longitud de cabeza máxima, preferiblemente por al menos un 60 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente de un 30 % a un 80 % de la longitud de cabeza máxima.

5 De manera adicional o alternativa, el tramo en forma de garganta empieza, partiendo del extremo libre del vehículo en la dirección longitudinal de vehículo, con una tercera distancia longitudinal relativa que asciende al menos a un 2 % de la longitud de cabeza máxima, preferiblemente asciende al menos a un 5 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente asciende al menos a un 15 % de la longitud de cabeza máxima. También en este caso la tercera distancia longitudinal relativa aumenta en general para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

10 De manera adicional o alternativa, el tramo en forma de garganta termina, partiendo del extremo libre del vehículo en la dirección longitudinal de vehículo, con una cuarta distancia longitudinal relativa que asciende como máximo a un 90 % de la longitud de cabeza máxima, preferiblemente asciende como máximo a un 80 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente asciende como máximo a un 50 % de la longitud de cabeza máxima, aumentando la cuarta distancia longitudinal relativa a su vez preferiblemente para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

15 En variantes adicionales de la invención, el tramo de cabeza presenta en la dirección de altura de vehículo entre un canto inferior de vehículo y un canto superior de vehículo una altura de cabeza máxima, extendiéndose el tramo en forma de garganta en la dirección de altura de vehículo preferiblemente por al menos un 35 % de la altura de cabeza máxima, preferiblemente por al menos un 45 % de la altura de cabeza máxima, más preferiblemente de un 40 % a un 60 % de la altura de cabeza máxima.

20 De manera adicional o alternativa, el tramo en forma de garganta empieza, partiendo del canto inferior de vehículo en la dirección de altura de vehículo, con una tercera distancia de altura relativa que asciende al menos a un 20 % de la altura de cabeza máxima, preferiblemente asciende al menos a un 25 % de la altura de cabeza máxima, más preferiblemente asciende al menos a un 30 % de la altura de cabeza máxima, aumentando también la tercera distancia de altura relativa en particular para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

25 De manera adicional o alternativa, el tramo en forma de garganta termina, partiendo del canto inferior de vehículo en la dirección de altura de vehículo, con una cuarta distancia de altura relativa que asciende como máximo a un 95 % de la altura de cabeza máxima, preferiblemente como máximo a un 85 % de la altura de cabeza máxima, más preferiblemente como máximo a un 70 % de la longitud de cabeza máxima, aumentando la cuarta distancia de altura relativa en particular para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

30 Finalmente, en variantes adicionales de la invención, el tramo de cabeza presenta en la dirección transversal de vehículo un ancho de cabeza máximo y el tramo de cresta que delimita el tramo en forma de garganta se extiende en la dirección transversal de vehículo por al menos un 10 % del ancho de cabeza máximo, preferiblemente por al menos un 15 % del ancho de cabeza máximo, más preferiblemente de un 10 % a un 20 % del ancho de cabeza máximo.

35 De manera adicional o alternativa, el tramo de cresta que delimita el tramo en forma de garganta empieza, partiendo del plano central longitudinal de vehículo en la dirección transversal de vehículo, con una tercera distancia transversal relativa que asciende al menos a un 15 % del ancho de cabeza máximo, preferiblemente al menos a un 20 % del ancho de cabeza máximo, más preferiblemente al menos a un 25 % del ancho de cabeza máximo, disminuyendo también la tercera distancia transversal relativa en particular para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

40 De manera adicional o alternativa, el tramo de cresta que delimita el tramo en forma de garganta termina, partiendo del plano central longitudinal de vehículo en la dirección transversal de vehículo, con una cuarta distancia transversal relativa que asciende como máximo a un 35 % del ancho de cabeza máximo, preferiblemente como máximo a un 40 % del ancho de cabeza máximo, más preferiblemente como máximo a un 45 % de la longitud de cabeza máxima, disminuyendo la cuarta distancia transversal relativa en particular para diferentes vehículos a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

45 Básicamente, puede ser suficiente un saliente a modo de tejado dispuesto de manera central para realizar la separación de flujo deseada y de este modo la reducción de la sensibilidad al viento lateral. Debido a las circunstancias geométricas más favorables para la separación de flujo permanente en los tramos situados más externamente en la dirección transversal de vehículo, preferiblemente está previsto respectivamente un saliente a modo de tejado hacia ambos lados de vehículo.

50 Por consiguiente, en variantes preferidas de la invención, el saliente a modo de tejado es un primer saliente a modo de tejado, mientras que en el otro lado del plano central longitudinal de vehículo está previsto un segundo saliente a modo de tejado en el recubrimiento exterior. El segundo saliente a modo de tejado está configurado entonces con respecto al plano central longitudinal de vehículo por regla general fundamentalmente de manera simétrica con respecto al primer saliente a modo de tejado. Sin embargo, puede estar prevista también una desviación con respecto a esta simetría, siempre que con ello se puedan conseguir ventajas bajo otros aspectos.

5 El primer saliente a modo de tejado y el segundo saliente a modo de tejado pueden estar dispuestos básicamente de cualquier manera adecuada entre sí. Así, por ejemplo pueden discurrir de manera paralela entre sí. En variantes preferidas de la invención, el primer saliente a modo de tejado y el segundo saliente a modo de tejado discurren, en una vista frontal, en la dirección del eje longitudinal de vehículo, fundamentalmente en forma de V entre sí (no teniendo que coincidir necesariamente). El primer saliente a modo de tejado y el segundo saliente a modo de tejado pueden definir en este caso, en una vista frontal, al menos por tramos una configuración convexa en forma de V (en cada caso con un abombamiento dirigido alejándose del plano central longitudinal hacia fuera). De manera adicional o alternativa, el primer saliente a modo de tejado y el segundo saliente a modo de tejado pueden definir, en una vista frontal, al menos por tramos una configuración cóncava en forma de V (en cada caso con una escotadura dirigida hacia el plano central longitudinal hacia dentro).

15 El desarrollo del saliente a modo de tejado depende en este caso preferiblemente de la geometría general del tramo de cabeza, para conseguir de manera adaptada para el mismo un nivel óptimo con respecto a una sensibilidad reducida al viento lateral con poca emisión de ruidos y una baja resistencia al desplazamiento. En este caso, el desarrollo del saliente a modo de tejado está aproximado al desarrollo de las líneas de flujo con un flujo incidente meramente axial, para conseguir una producción de ruidos lo más baja posible con una resistencia al desplazamiento lo más baja posible. Preferiblemente, el saliente a modo de tejado está dispuesto por tanto de modo que presenta un desarrollo al menos aproximado a una línea de flujo de guiado, en particular de modo que sigue fundamentalmente a una línea de flujo de guiado. La línea de flujo de guiado se produce en este caso con un flujo incidente que se realiza meramente en la dirección longitudinal de vehículo contra un vehículo de referencia con un recubrimiento exterior de referencia alisado, en particular curvado de manera continua, sin el saliente a modo de tejado aunque con una forma idéntica por lo demás.

25 La presente invención se puede emplear básicamente para cualquier vehículo. Preferiblemente se trata de un vehículo para el tráfico de alta velocidad con una velocidad de servicio nominal superior a 250 km/h, en particular superior a 300 km/h, ya que sus ventajas se aprovechan especialmente bien en estos intervalos de velocidad. La invención se puede emplear también de manera especialmente eficaz en vehículos de doble planta sensibles especialmente frente al viento lateral debido a la altura de los mismos. También en caso de vehículos relativamente ligeros y de este modo sensibles especialmente frente al viento lateral, como tranvías, vehículos de vía estrecha, vagones terminales para trenes automotores, en particular vagones-piloto para trenes automotores, se aprovechan especialmente bien sus ventajas.

30 Configuraciones preferidas adicionales de la invención se obtienen a partir de las reivindicaciones dependientes o a partir de la siguiente descripción de ejemplos de realización preferidos que hace referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

- La figura 1 una vista esquemática en perspectiva de una parte de una forma de realización preferida del vehículo según la invención;
- 35 La figura 2 una vista lateral esquemática del vehículo de la figura 1;
- La figura 3 una vista frontal esquemática del vehículo de la figura 1;
- La figura 4 una vista frontal esquemática de una parte de la punta de vehículo del vehículo de la figura 1 que se ha separado en un plano de corte que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo;
- 40 La figura 5 una vista frontal esquemática del detalle V de la figura 4;
- La figura 6 desarrollo del ángulo de tejado por los diagramas que representan la longitud de cabeza para diferentes vehículos;
- La figura 7 una vista esquemática en perspectiva de una parte de una forma de realización preferida adicional del vehículo según la invención;
- 45 La figura 8 una vista lateral esquemática del vehículo de la figura 7;
- La figura 9 una vista frontal esquemática del vehículo de la figura 7;
- La figura 10 una vista frontal esquemática de una parte de la punta de vehículo del vehículo de la figura 7 que se ha separado en un plano de corte que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo;
- 50 La figura 11 una vista frontal esquemática del detalle XI de la figura 10;
- Las figuras 12A a 12D en cada caso una vista frontal esquemática de una parte de la punta de vehículo del vehículo de la figura 7 que se ha separado en diferentes planos de corte que discurren de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo;

- La figura 13 una vista esquemática en perspectiva de una parte de una forma de realización preferida adicional del vehículo según la invención;
- La figura 14 una vista lateral esquemática del vehículo de la figura 13;
- La figura 15 una vista frontal esquemática del vehículo de la figura 13;
- 5 La figura 16 una vista frontal esquemática de una parte de la punta de vehículo del vehículo de la figura 13 que se ha separado en un plano de corte que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo;
- La figura 17 una vista frontal esquemática del detalle XVII de la figura 16;
- 10 Las figuras 18A a 18D en cada caso una vista frontal esquemática de una parte de la punta de vehículo del vehículo de la figura 13 que se ha separado en diferentes planos de corte que discurren de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo.

Primer ejemplo de realización

15 A continuación se describe un primer ejemplo de realización preferido del vehículo según la invención en forma de un vehículo sobre carriles 101 haciendo referencia a las figuras 1 a 6. En el caso del vehículo sobre carriles 101 se trata de un vagón terminal de un tren automotor para el tráfico interurbano cuya velocidad de servicio nominal se sitúa por encima de 200 km/h, concretamente a  $V_n = 250$  km/h.

20 El vehículo 101 comprende una caja de vagón 102 que define un recubrimiento exterior 102.1 del vehículo 101. La caja de vagón 102 se apoya en la zona de sus dos extremos de manera convencional en cada caso en un tren de rodadura en forma de un bogie 103. Sin embargo, se entiende que la presente invención también se puede emplear en conexión con otras configuraciones en las que la caja de vagón se apoya sólo en un tren de rodadura.

25 Para facilitar una comprensión más sencilla de las siguientes explicaciones, se indica en las figuras un sistema de coordenadas de vehículo  $x,y,z$  (previamente establecido mediante el plano de contacto de rueda del bogie 103) en el que la coordenada  $x$  designa la dirección longitudinal del vehículo sobre carriles 101, la coordenada  $y$  designa la dirección transversal del vehículo sobre carriles 101 y la coordenada  $z$  designa la dirección de altura del vehículo sobre carriles 101.

30 La caja de vagón 102 presenta un tramo de cuerpo 104 y un tramo de cabeza 105 que sigue al mismo. El tramo de cuerpo 104 presenta (aparte de entalladuras locales para componentes funcionales del vehículo, como por ejemplo colectores de corriente, contenedores de tejado, etc.) un diseño fundamentalmente prismático (con contornos de corte del recubrimiento exterior 102.1 que son fundamentalmente idénticos a lo largo de la dirección longitudinal de vehículo). En cambio, el tramo de cabeza 105 se estrecha tanto en la dirección de altura de vehículo como en la dirección transversal de vehículo hacia el extremo del vehículo 101, de modo que durante el funcionamiento del vehículo 101 puede formar un extremo libre de vehículo del vehículo 101.

35 En el tramo de cabeza 105 está previsto un compartimento para el conductor, desde el que el conductor controla el vehículo 101. En el presente ejemplo, el vehículo 101 está realizado como vagón-piloto relativamente ligero sin componentes centrales pesados del equipamiento de tracción (como por ejemplo un transformador principal, etc.). Sin embargo, se entiende que, en otras variantes de la invención, el vehículo 101 por ejemplo puede ser también un tren automotor con componentes centrales correspondientemente pesados del equipamiento de tracción.

40 La zona de conexión 106 entre el tramo de cabeza 105 y el tramo de cuerpo 104 viene definida por el respectivo punto de transición sobre el recubrimiento exterior 102.1 en el que el recubrimiento exterior 102.1 pasa a una zona prismática, esto es, en el que ya no varía la distancia del recubrimiento exterior 102.1 con respecto al plano central longitudinal (plano  $xz$ ) a lo largo de la dirección longitudinal de vehículo.

45 Este punto de transición se puede situar en diferentes posiciones por la altura de vehículo en la dirección longitudinal de vehículo. Tal como se puede deducir por ejemplo de las figuras 1 y 2, la zona de conexión 106 discurre en su zona inferior 106.1 así como en su zona superior 106.2 fundamentalmente en la dirección de altura de vehículo (dirección  $z$ ), mientras que por la zona central 106.3 situada entre las mismas discurre de manera inclinada oblicuamente hacia atrás. Sin embargo, se entiende que, en otras variantes de la invención, la zona de conexión también se puede situar en un único plano que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo.

50 Tal como se puede deducir de la figura 2, el tramo de cabeza 105 tiene una longitud de cabeza máxima  $L_{max}$  que viene definida por la distancia máxima medida en la dirección longitudinal de vehículo (dirección  $x$ ) entre la punta de vehículo 101.1 y la zona de conexión 106 (véase la figura 2). Una altura de cabeza máxima  $H_{max}$  del tramo de cabeza 105 viene definida por la distancia máxima medida en la dirección de altura de vehículo (dirección  $z$ ) entre el lado inferior de vehículo del tramo de cabeza 105 y el tejado del tramo de cabeza 105 (véanse las figuras 2 y 3). Finalmente, un ancho de cabeza máximo  $B_{max}$  del tramo de cabeza 105 viene definido por la distancia máxima

medida en la dirección transversal de vehículo (dirección y) entre los dos lados de vehículo del tramo de cabeza 105 (véase la figura 3).

5 Tal como ya se explicó al inicio, en el caso de un vehículo 101 de este tipo con su velocidad de servicio nominal relativamente elevada y su peso relativamente bajo existe básicamente el problema de que tenga una denominada sensibilidad al viento lateral elevada.

10 Así, tal como se representa en la figura 1 de manera simplificada mediante los vectores  $W_x$ ,  $W_y$  y  $W$ , por ejemplo mediante el viento lateral  $W_y$  en combinación con el flujo incidente  $W_x$  paralelo a la dirección longitudinal de vehículo (que resulta de la velocidad de desplazamiento  $v$  del vehículo 101 y una posible componente del viento sobre el fondo en esta dirección) se produce un flujo incidente  $W$  oblicuo en total para la caja de vagón 102 para la que es válida la siguiente ecuación vectorial:

$$\vec{W} = \vec{W}_x + \vec{W}_y. \quad (1)$$

15 A medida que aumenta la velocidad de flujo incidente  $W$  o a medida que aumenta la desviación con respecto al flujo incidente paralelo a la dirección de desplazamiento, se puede producir, en caso de vehículos convencionales, una distribución de presión desfavorable en la cabeza de vehículo anterior que entre otras cosas provoca una sustentación y dado el caso un momento de balanceo en la zona de la cabeza de vehículo que dado el caso puede llevar a una descarga considerable de ruedas en el tren de rodadura en la zona de la cabeza de vehículo.

20 Para aumentar la estabilidad al viento lateral del vehículo 101 (o reducir la sensibilidad al viento lateral) está previsto en el tramo de cabeza 105 un dispositivo de desprendimiento de flujo 107 que en caso de un flujo oblicuo  $W$  al menos reduce el carácter desfavorable de la distribución en la zona del tramo de cabeza 105 mediante una separación temprana y permanente en el lado de sotavento del flujo del recubrimiento exterior 102.1 (por ejemplo una irregularidad en la dirección transversal de vehículo), y de este modo evita descargas excesivas de ruedas en el tren de rodadura 103 que de otro modo resultan de ello.

25 El dispositivo de desprendimiento de flujo 107 comprende para ello a ambos lados de la caja de vagón 102 en cada caso un tramo en forma de garganta 107.1 integrado en el recubrimiento exterior 102.1, sobre cuyo lado exterior (en la dirección transversal de vehículo) está definido en cada caso un saliente 107.2 a modo de tejado fundamentalmente rígido. El saliente 107.2 a modo de tejado sobresale hacia fuera con respecto a una geometría, indicada en la figura 4 mediante el contorno 108 de líneas discontinuas, de vehículos convencionales con un recubrimiento exterior redondeado. En caso de un flujo oblicuo contra el vehículo 101, este saliente 107.2 a modo de tejado está dispuesto en el lado de sotavento de manera separada del plano central longitudinal de vehículo (plano xz) y en el mismo forma con su tramo de cresta un canto de desprendimiento de flujo para el flujo de aire.

30 El saliente 107.2 a modo de tejado está configurado de manera marcada de modo que con todas las velocidades de desplazamiento  $v$  que se pueden alcanzar en el servicio normal del vehículo 101, con las que se podría producir una descarga crítica de ruedas por el viento lateral (por ejemplo en el sentido de la directriz TSI RS mencionada al inicio), se garantiza una separación permanente fiable del flujo con respecto al recubrimiento exterior 102.1, por tanto se evita de manera fiable que el flujo se coloque de nuevo en el recubrimiento exterior 102.1 (en la dirección de flujo) por detrás del saliente 107.2. De este modo, es posible, por ejemplo, a pesar del peso relativamente bajo del vehículo 101, cumplir con los criterios con respecto a la estabilidad frente al viento lateral, tal como vienen definidos por ejemplo en la directriz TSI RS mencionada al inicio, sin tener que recurrir a medios auxiliares convencionales, como por ejemplo un lastre adicional o similares, o a una reducción temprana, forzada por el viento lateral, de la velocidad de desplazamiento.

35 Tal como se puede deducir en particular de las figuras 4 y 5, el saliente 107.2 a modo de tejado presenta para ello un primer tramo de tejado 107.3, dirigido al plano central longitudinal de vehículo (plano xz), un segundo tramo de tejado 107.4, alejado del plano central longitudinal de vehículo, y un tramo de cresta 107.5 que forma una transición entre el primer tramo de tejado 107.3 y el segundo tramo de tejado 107.4.

45 El primer tramo de tejado 107.3 y el segundo tramo de tejado 107.4 discurren de manera inclinada entre sí de modo que el tramo de cresta 107.5 forma un canto de desprendimiento de flujo para el flujo de aire, entre otras cosas con la velocidad de servicio nominal  $V_n$  del vehículo sobre carriles y con un flujo oblicuo  $W$  contra la caja de vagón 102 y de este modo también con un flujo oblicuo contra el saliente 107.2 a modo de tejado mediante un flujo de aire desde el plano central longitudinal de vehículo.

50 Para garantizar la separación fiable y permanente del flujo de aire con un flujo oblicuo contra la caja de vagón 102, el primer tramo de tejado 107.3 y el segundo tramo de tejado 107.4 están dispuestos entre sí de modo que por un lado, en caso de un flujo oblicuo contra el vehículo 101, se le aplica al flujo de aire una dirección de flujo principal a través del primer tramo de tejado 107.3 en la zona próxima a la capa límite del flujo de aire. Por otro lado, el contorno de corte del recubrimiento exterior 102.1 (en un plano de corte que contiene la dirección de flujo principal) se dobla en la zona del segundo tramo de tejado 107.4 (en la dirección de flujo principal tras el tramo de cresta 107.5) tan

bruscamente o a modo de precipicio con respecto a la dirección de flujo principal, que el flujo de aire no puede seguir a este cambio rápido de la dirección del recubrimiento exterior 102.1, y por consiguiente se separa de manera permanente del recubrimiento exterior 102.1.

5 El primer tramo de tejado 107.3 está configurado en el presente ejemplo de modo que, en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo, aplica una primera dirección tangencial T1 al flujo de aire, en caso de un flujo incidente en la dirección transversal de vehículo (dirección y) desde el plano central longitudinal de vehículo (plano xz) en una primera zona de conexión 107.6 al tramo de cresta 107.5. Además, el segundo tramo de tejado 107.4 está configurado de modo que en el plano transversal de vehículo aplica una segunda dirección tangencial T2 a un flujo de aire en caso de un flujo incidente en la dirección transversal de  
10 vehículo (dirección y) hacia el plano central longitudinal de vehículo (plano xz) en una segunda zona de conexión 107.7 al tramo de cresta 107.5 (véanse las figuras 4 y 5).

La primera dirección tangencial T1 y la segunda dirección tangencial T2 definen en este caso un ángulo de tejado  $\alpha$  (encerrado entre los dos tramos de tejado 107.3, 107.4) del saliente 107.2 a modo de tejado.

15 Para conseguir el cambio rápido descrito de la dirección del recubrimiento exterior 102.1, y de este modo la separación permanente deseada del flujo, el ángulo de tejado  $\alpha$ , por una primera zona de canto del saliente 107.2 a modo de tejado que se extiende en la dirección longitudinal de vehículo, asciende a menos de  $120^\circ$ , tal como se puede deducir en particular de la curva 109 de la figura 6. La curva 109 de la figura 6 representa en este caso para el vehículo 101 el desarrollo del ángulo de tejado  $\alpha$  (en grados) por la coordenada x con respecto a la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$  del tramo de cabeza 105 (en porcentaje), partiendo de la punta del vehículo ( $0\%$ ). Lo mismo se  
20 puede deducir también de los contornos de corte del recubrimiento exterior 102.1 (en planos de corte perpendiculares a la dirección longitudinal de vehículo) que se representan a modo de líneas de altura en la figura 3.

Tal como se puede deducir en particular de la curva 109, la primera zona de canto se extiende aproximadamente desde un  $1\%$  hasta un  $42\%$  (esto es, aproximadamente por un  $41\%$ ) de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ . En una segunda zona de canto que se extiende aproximadamente desde un  $1,5\%$  hasta un  $41\%$  (esto es, aproximadamente por un  $39,5\%$ ) de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , el ángulo de tejado  $\alpha$  asciende a menos de  $110^\circ$ . En una tercera zona de canto que se extiende aproximadamente desde un  $2\%$  hasta un  $29\%$  (esto es, aproximadamente por un  $27\%$ ) de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , el ángulo de tejado  $\alpha$  asciende a menos de  $100^\circ$ . En una cuarta zona de canto que se extiende aproximadamente desde un  $3\%$  hasta un  $20\%$  (esto es, aproximadamente por un  $17\%$ ) de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , el ángulo de tejado  $\alpha$  asciende a menos de  $90^\circ$ . El ángulo de tejado mínimo  $\alpha_{min} = 82^\circ$  se alcanza en el corte representado en la figura 4 (que corresponde al contorno de corte IV de la figura 3) que se sitúa aproximadamente a un  $8\%$  de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ .  
25  
30

Con respecto a la posición del saliente 107.2 a modo de tejado en la dirección de altura de vehículo (dirección z) cabe señalar que el tramo de cresta 107.5 de la primera zona de canto, partiendo del canto inferior de vehículo ( $0\%$ ), se extiende aproximadamente desde un  $25\%$  hasta un  $61\%$  (esto es, aproximadamente por un  $36\%$ ) de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ , aumentando el tramo de cresta 107.5 hacia el tramo de cuerpo 104. En la segunda zona de canto, el tramo de cresta 107.5 se extiende aproximadamente desde un  $25,5\%$  hasta un  $56\%$  (esto es, aproximadamente por un  $30,5\%$ ) de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ . En la tercera zona de canto, el tramo de cresta 107.5 se extiende aproximadamente desde un  $26\%$  hasta un  $51\%$  (esto es, aproximadamente por un  $25\%$ ) de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ . En la cuarta zona de canto, el tramo de cresta 107.5 se extiende aproximadamente desde un  $31\%$  hasta un  $43\%$  (esto es, aproximadamente por un  $12\%$ ) de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ . El punto del tramo de cresta 107.5 con el ángulo de tejado mínimo ( $\alpha_{min} = 82^\circ$ ; véase la figura 4) se sitúa aproximadamente a un  $33,5\%$  de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ . Con respecto a la posición del saliente 107.2 a modo de tejado en la dirección transversal de vehículo (dirección y) cabe señalar que el tramo de cresta 107.5 de la primera zona de canto se extiende, partiendo del plano central longitudinal ( $0\%$ ) aproximadamente desde un  $32\%$  hasta un  $39\%$  (esto es, aproximadamente por un  $7\%$ ) del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ , alejándose el tramo de cresta 107.5 del plano central longitudinal hacia el tramo de cuerpo 104. En la segunda zona de canto, el tramo de cresta 107.5 se extiende aproximadamente desde un  $32,2\%$  hasta un  $38\%$  (esto es, aproximadamente por un  $5,8\%$ ) del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ . En la tercera zona de canto, el tramo de cresta 107.5 se extiende aproximadamente desde un  $32,5\%$  hasta un  $37,2\%$  (esto es, aproximadamente por un  $4,7\%$ ) del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ . En la cuarta zona de canto, el tramo de cresta 107.5 se extiende aproximadamente desde un  $33\%$  hasta un  $35,9\%$  (esto es, aproximadamente por un  $2,9\%$ ) del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ . El punto del tramo de cresta 107.5 con el ángulo de tejado mínimo ( $\alpha_{min} = 82^\circ$ ; véase la figura 4) se sitúa aproximadamente a un  $34,5\%$  del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ .  
35  
40  
45  
50

55 En el presente ejemplo, el recubrimiento exterior 102.1 forma en la zona de los tramos de tejado 107.3 o 107.4 una superficie fundamentalmente lisa (con un cambio de curvatura como máximo moderado en la dirección transversal de vehículo). El contorno de corte en el recubrimiento exterior 102.1 presenta en un plano de corte que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo un punto de inflexión WP que está dispuesto más próximo al tramo de cresta 107.5 que en el plano central longitudinal de vehículo. De este modo, se produce un contorno de corte ondulado ventajoso con respecto al flujo incidente sin perturbaciones con el que se puede realizar  
60 de manera sencilla un recubrimiento exterior 102.1 liso en total del vehículo 101, sin cantos, con excepción del tramo de cresta.

En particular, de este modo la primera dirección tangencial T1 o la segunda dirección tangencial T2 corresponden respectivamente a la tangente en la primera zona de conexión 107.6 o en la segunda zona de conexión 107.7. Sin embargo, se entiende que, en otras variantes de la invención, el recubrimiento exterior 102.1 de la caja de vagón 102 en la respectiva zona de conexión no tiene que presentar necesariamente un contorno o superficie tan liso. Más bien, en este caso son posibles desviaciones locales (por ejemplo nervios, cantos, abolladuras locales, etc., tal como se indican en la figura 5 mediante el contorno 110 de líneas discontinuas), siempre que se le aplique al respectivo flujo en la zona próxima a la capa límite la respectiva dirección tangencial T1 o T2 como dirección de flujo principal.

El tramo de cresta 107.5 está diseñado de modo que en su zona se realice un cambio lo suficientemente brusco o rápido de la dirección del recubrimiento exterior 102.1 que garantiza una separación permanente del flujo. Para ello, el tramo de cresta 107.5 está configurado fundamentalmente con un canto vivo en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo. Para ello, el tramo de cresta 107.5 está redondeado, sin embargo, el radio de curvatura del tramo de cresta 107.5 asciende sólo a 5 mm (dado el caso incluso sólo a 2 mm), mientras que su dimensión transversal máxima asciende a menos de 5 mm (dado el caso incluso a menos de 3 mm), de modo que define un canto marcado que favorece esta separación permanente del flujo, pero que aún se puede fabricar de manera lo suficientemente sencilla.

Tal como se puede deducir además de las figuras 3 y 4, el saliente 107.2 a modo de tejado está configurado y dispuesto en el presente ejemplo a modo de rampa, de modo que se le aplica al flujo de aire en su zona una componente de flujo intensa dirigida alejándose radialmente del recubrimiento exterior 102.1. Tal como se puede deducir de la figura 4, la dirección radial viene definida en el sentido de la presente invención en una sección transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo mediante una línea de conexión R entre un punto del tramo de cresta 107.5 y el centro de gravedad superficial A de la sección transversal de vehículo. En el presente ejemplo, la primera dirección tangencial T1 y la dirección radial R encierran un ángulo  $\beta$  inferior a  $45^\circ$  por la primera zona de canto. En el corte representado en la figura 4, el ángulo  $\beta$  asciende incluso sólo aproximadamente a  $5^\circ$ .

Tal como se puede deducir además de las figuras 1 y 3, el tramo en forma de garganta 107.1 con el saliente 107.2 a modo de tejado está dispuesto en una zona situada relativamente externa (en la dirección transversal de vehículo) fuera de un vidrio frontal 111 del tramo de cabeza 105, ya que allí se puede realizar de manera especialmente sencilla. Además, esta posición situada relativamente en el exterior es ventajosa con respecto a la realización sencilla del saliente 107.2 a modo de tejado, ya que mediante la conformación general del tramo de cabeza 105 en esta zona situada muy externamente se favorece un pandeo correspondientemente brusco o a modo de precipicio del recubrimiento exterior 102.1 con respecto a la dirección de flujo principal.

El desarrollo de los salientes 107.1 a modo de tejado depende de la geometría general del tramo de cabeza 105 para conseguir de manera adaptada para el mismo un nivel óptimo con respecto a una sensibilidad reducida al viento lateral con poca producción de ruidos y una baja resistencia al desplazamiento.

Tal como se puede deducir además de las figuras 1 y 3 en este contexto, los tramos de cresta 107.5 de los dos salientes 107.1 a modo de tejado discurren, en una vista frontal, en la dirección del eje longitudinal de vehículo fundamentalmente en forma de V entre sí, definiendo una configuración convexa en forma de V. De este modo, de manera ventajosa se consigue una aproximación del desarrollo de los tramos de cresta 107.5 o de los salientes 107.1 a modo de tejado al desarrollo de las líneas de flujo con un flujo incidente meramente axial. Esto resulta muy ventajoso porque de este modo no se introduce ninguna perturbación en el flujo a través de los salientes 107.1 a modo de tejado, en particular a través de sus tramos de cresta 107.5 en caso de un flujo incidente meramente axial contra la caja de vagón 102, de modo que en caso de un flujo incidente meramente axial o en caso de un flujo incidente sólo poco diferente al mismo se produce una producción de ruidos lo menor posible así como una resistencia al desplazamiento lo menor posible.

En el presente ejemplo, el desarrollo de los tramos de cresta 107.5 o de los salientes 107.1 a modo de tejado sigue para ello al desarrollo de una línea de flujo de guiado. En este caso, la línea de flujo de guiado es una línea de flujo fundamentalmente no perturbada que se produce en caso de un flujo incidente contra la caja de vagón 102 que se realiza meramente en la dirección longitudinal de vehículo. En otras variantes de la invención, también se puede realizar en este sentido una adaptación a un vehículo de referencia convencional con un recubrimiento exterior de referencia alisado, curvado de manera continua, sin el saliente a modo de tejado, aunque con una forma idéntica por lo demás. La línea de flujo de guiado se produce entonces con un flujo incidente contra el vehículo de referencia que se produce meramente en la dirección longitudinal de vehículo.

#### Segundo ejemplo de realización

Una realización ventajosa adicional del vehículo 201 según la invención se describe a continuación con referencia a las figuras 6 a 12D. En este caso, el vehículo 201 corresponde, con respecto a su diseño y funcionamiento básicos, al vehículo 101 de las figuras 1 a 5, de modo que en este caso se explican sólo las diferencias. En particular, componentes del mismo tipo están dotados de números de referencia incrementados por el valor 100. Siempre que a continuación no se indique lo contrario, con respecto a las características, funciones y ventajas de estos componentes se hace referencia a las explicaciones anteriores en relación con el primer ejemplo de realización.

La diferencia con respecto al vehículo 101 consiste en que en el caso del vehículo 201 se trata de un vagón-piloto para un tren automotor, cuya velocidad de servicio nominal se sitúa por encima de 300 km/h, concretamente a  $V_n = 360$  km/h.

5 Para aumentar la estabilidad al viento lateral del vehículo 201, está previsto en el tramo de cabeza 205 de la caja de vagón 202 a su vez un dispositivo de desprendimiento de flujo 207 que en caso de un flujo oblicuo  $W$  al menos reduce el carácter desfavorable (por ejemplo un desequilibrio existente en la dirección transversal de vehículo) de la distribución de presión en la zona del tramo de cabeza 205 mediante una separación temprana y permanente en el lado de sotavento del flujo del recubrimiento exterior 202.1, y de este modo evita descargas excesivas de ruedas en el tren de rodadura 203 que de otro modo resultan de ello.

10 Para ello, el dispositivo de desprendimiento de flujo 207 comprende de nuevo a ambos lados de la caja de vagón 202 en cada caso un tramo en forma de garganta 207.1 integrado en el recubrimiento exterior 202.1, en cuyo lado exterior (en la dirección transversal de vehículo) está definido en cada caso un saliente 207.2 a modo de tejado fundamentalmente rígido. El saliente 207.2 a modo de tejado sobresale con un recubrimiento exterior redondeado hacia fuera con respecto a una geometría indicada en la figura 10 mediante el contorno 208 de líneas discontinuas.

15 En caso de un flujo oblicuo contra el vehículo 201, este saliente 207.2 a modo de tejado está dispuesto en el lado de sotavento de manera separada del plano central longitudinal de vehículo (plano  $xz$ ), y en el mismo forma con su tramo de cresta 207.5 un canto de desprendimiento de flujo para el flujo de aire.

El saliente 207.2 a modo de tejado está configurado de manera marcada de modo que con todas las velocidades de desplazamiento  $v$  que se pueden alcanzar en el servicio normal del vehículo 201, con las que se podría producir una

20 descarga crítica de ruedas por viento lateral (por ejemplo en el sentido de la directriz TSI RS mencionada al inicio), se garantiza una separación permanente fiable del flujo con respecto al recubrimiento exterior 202.1, por tanto se evita de manera fiable que el flujo se vuelva a colocar en el recubrimiento exterior 202.1 (en la dirección de flujo) por detrás del saliente 207.2. De este modo, es posible, por ejemplo, a pesar del peso relativamente bajo del vehículo 201, cumplir con los criterios con respecto a la estabilidad frente al viento, tal como vienen definidos por ejemplo en

25 la directriz TSI RS mencionada al inicio, sin tener que recurrir a medios auxiliares convencionales, como por ejemplo un lastre adicional o similares, o a una reducción temprana de la velocidad de desplazamiento, forzada por viento lateral.

Tal como se puede deducir en particular de las figuras 10 y 11, el saliente 207.2 a modo de tejado presenta para ello a su vez un primer tramo de tejado 207.3, dirigido al plano central longitudinal de vehículo (plano  $xz$ ), un segundo

30 tramo de tejado 207.4, alejado del plano central longitudinal de vehículo, y un tramo de cresta 207.5 con un canto vivo (con un radio de curvatura 3 mm, con una dimensión transversal máxima inferior a 4 mm) que forma una transición entre el primer tramo de tejado 207.3 y el segundo tramo de tejado 207.4. En el presente ejemplo, el contorno de corte del primer tramo de tejado 207.3 y del segundo tramo de tejado 207.4 como máximo está muy poco curvado, de modo que se produce una geometría configurada de manera especialmente sencilla, fácil de

35 fabricar para el tramo de cabeza 205 en esta zona.

Para garantizar la separación fiable y permanente del flujo de aire en caso de un flujo oblicuo contra la caja de vagón 202, el primer tramo de tejado 207.3 y el segundo tramo de tejado 207.4 están dispuestos entre sí de modo que por un lado, en caso de un flujo oblicuo contra el vehículo 201, se le aplica al flujo de aire una dirección de flujo principal a través del primer tramo de tejado 207.3 en la zona próxima a la capa límite del flujo de aire. Por otro lado, el

40 contorno de corte del recubrimiento exterior 202.1 (en un plano de corte que contiene la dirección de flujo principal) se dobla en la zona del segundo tramo de tejado 207.4 (en la dirección de flujo principal tras el tramo de cresta 207.5) tan bruscamente o a modo de precipicio con respecto a la dirección de flujo principal, que el flujo de aire no puede seguir a este cambio rápido de la dirección del recubrimiento exterior 202.1, y por consiguiente se separa permanentemente del recubrimiento exterior 202.1.

45 El primer tramo de tejado 207.3 y el segundo tramo de tejado 207.4 definen a su vez una dirección tangencial  $T_1$  o una segunda dirección tangencial  $T_2$  que a su vez definen un ángulo de tejado  $\alpha$  (encerrado entre los dos tramos de tejado 207.3, 207.4) del saliente 207.2 a modo de tejado.

Para conseguir el cambio rápido anteriormente descrito de la dirección del recubrimiento exterior 202.1, y de este modo la separación permanente deseada del flujo, el ángulo de tejado  $\alpha$ , por una primera zona de canto del saliente

50 207.2 a modo de tejado que se extiende en la dirección longitudinal de vehículo, asciende a menos de  $120^\circ$ , tal como se puede deducir en particular de la curva 209 de la figura 6. La curva 209 de la figura 6 representa en este caso para el vehículo 201 el desarrollo del ángulo de tejado  $\alpha$  (en grados) por la coordenada  $x$  con respecto a la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$  del tramo de cabeza 205 (en porcentaje), partiendo de la punta del vehículo ( $0\%$ ).

Tal como se puede deducir en particular de la curva 209, la primera zona de canto se extiende aproximadamente desde un  $35\%$  hasta un  $80\%$  (esto es, aproximadamente por un  $45\%$ ) de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ . En una segunda zona de canto que se extiende aproximadamente desde un  $42\%$  hasta un  $73\%$  (esto es, aproximadamente por un  $31\%$ ) de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , el ángulo de tejado  $\alpha$  asciende a menos de  $110^\circ$ . El ángulo de tejado mínimo  $\alpha_{min} = 100^\circ$  se alcanza en el corte representado en la figura 10 que se sitúa aproximadamente a un  $50\%$  de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ .

5 Las figuras 12A a 12D muestran, para resaltar los contornos de corte del recubrimiento exterior 202.1, partes de la punta de vehículo 201.1 que se han separado en los dos extremos de la primera zona de canto o de la segunda zona de canto (en la figura 12A con aproximadamente un 35 % de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , en la figura 12B con aproximadamente un 42 % de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , en la figura 12C con aproximadamente un 73 % de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$  y en la figura 12D con aproximadamente un 80 % de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ ).

10 Con respecto a la posición del saliente 207.2 a modo de tejado en la dirección de altura de vehículo (dirección z) cabe señalar que el tramo de cresta 207.5 de la primera zona de canto se extiende, partiendo del canto inferior de vehículo (0 %), aproximadamente desde un 58 % hasta un 92 % (esto es, aproximadamente por un 34 %) de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ , aumentando el tramo de cresta 207.5 hacia el tramo de cuerpo 204. En la segunda zona de canto, el tramo de cresta 207.5 se extiende aproximadamente desde un 67 % hasta un 91 % (esto es, aproximadamente por un 24 %) de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ . El punto del tramo de cresta 207.5 con el ángulo de tejado mínimo ( $\alpha_{min} = 100^\circ$ ; véase la figura 10) se sitúa aproximadamente a un 76 % de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ .

15 Con respecto a la posición del saliente 207.2 a modo de tejado en la dirección transversal de vehículo (dirección y) cabe señalar que el tramo de cresta 207.5 de la primera zona de canto se extiende, partiendo del plano central longitudinal (0 %), aproximadamente desde un 24 % hasta un 40 % (esto es, aproximadamente por un 16 %) del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ , alejándose el tramo de cresta 207.5 del plano central longitudinal hacia el tramo de cuerpo 204. En la segunda zona de canto, el tramo de cresta 207.5 se extiende aproximadamente desde un 26 % hasta un 39 % (esto es, aproximadamente por un 13 %) del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ . El punto del tramo de cresta 207.5 con el ángulo de tejado mínimo ( $\alpha_{min} = 105^\circ$ ; véase la figura 10) se sitúa aproximadamente a un 30 % del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ .

25 En el presente ejemplo, el recubrimiento exterior 202.1 forma en la zona de los tramos de tejado 207.3 o 207.4 una superficie fundamentalmente lisa (con un cambio de curvatura como máximo moderado en la dirección transversal de vehículo). El contorno de corte del recubrimiento exterior 202.1 presenta en un plano de corte que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo un punto de pandeo KP que está definido en la base de un pandeo en forma de V del contorno de corte.

30 Tal como se puede deducir además de las figuras 10 y 11, el saliente 207.2 a modo de tejado está diseñado y dispuesto también en el presente ejemplo a modo de rampa, de modo que se le aplica al flujo de aire en su zona una componente de flujo intensa dirigida alejándose radialmente del recubrimiento exterior 202.1. Tal como se puede deducir de la figura 10, la dirección radial en el sentido de la presente invención a su vez viene definida en una sección transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo mediante una línea de conexión R entre un punto del tramo de cresta 207.5 y el centro de gravedad superficial A de la sección transversal de vehículo. En el presente ejemplo, la primera dirección tangencial T1 y la dirección radial R encierran un ángulo  $\beta$  inferior a  $60^\circ$  por la primera zona de canto. En el corte representado en la figura 10, el ángulo  $\beta$  asciende aproximadamente a  $50^\circ$ .

40 Tal como se puede deducir además de las figuras 7 y 9, el tramo en forma de garganta 207.1 con el saliente 207.2 a modo de tejado está dispuesto en una zona situada relativamente en el exterior (en la dirección transversal de vehículo) fuera de un vidrio frontal 211 del tramo de cabeza 205, ya que en la misma se puede realizar de manera especialmente sencilla. Además, esta posición situada relativamente en el exterior resulta ventajosa con respecto a la realización sencilla del saliente 207.2 a modo de tejado, ya que mediante la conformación general del tramo de cabeza 205 se favorece en esta zona situada muy externamente un pandeo correspondientemente brusco o a modo de precipicio del recubrimiento exterior 202.1 con respecto a la dirección de flujo principal.

45 Una ventaja adicional de este diseño con los dos salientes 207.2 a modo de tejado se basa en que en el presente ejemplo se puede realizar un vidrio frontal plano 211, por lo que se simplifica extremadamente su fabricación. Sin embargo, se entiende que en otras variantes de la invención, también en este caso puede estar previsto de nuevo un contorno abombado entre los dos salientes 207.2 a modo de tejado, tal como se indica en la figura 11 mediante el contorno 212 de línea discontinua con dos puntos. En este caso, entonces está previsto de nuevo en cada caso un punto de inflexión WP del contorno 212.

50 El desarrollo de los salientes 207.1 a modo de tejado depende de la geometría general del tramo de cabeza 205 para conseguir de manera adaptada para el mismo un nivel óptimo con respecto a una sensibilidad reducida al viento lateral con poca producción de ruidos y una baja resistencia al desplazamiento.

55 Tal como se puede deducir además de las figuras 7 y 9 en este contexto, los tramos de cresta 207.5 de los dos salientes 207.1 a modo de tejado discurren, en una vista frontal, en la dirección del eje longitudinal de vehículo fundamentalmente en forma de V entre sí, definiendo una configuración cóncava en forma de V. De este modo, se consigue de manera ventajosa una aproximación del desarrollo de los tramos de cresta 207.5 o de los salientes 207.1 a modo de tejado al desarrollo de las líneas de flujo en caso de un flujo incidente meramente axial. Esto resulta muy ventajoso porque de este modo, en caso de un flujo incidente meramente axial contra la caja de vagón 202, no se introduzca ninguna perturbación en el flujo a través de los salientes 207.1 a modo de tejado, en particular

a través de sus tramos de cresta 207.5, de modo que en caso de un flujo incidente meramente axial o en caso de un flujo incidente sólo poco diferente al mismo se produce una producción de ruidos lo menor posible así como una resistencia al desplazamiento lo menor posible.

5 En el presente ejemplo, el desarrollo de los tramos de cresta 207.5 o de los salientes 207.1 a modo de tejado sigue para ello al desarrollo de una línea de flujo de guiado. En este caso, la línea de flujo de guiado es una línea de flujo fundamentalmente no perturbada que se produce con un flujo incidente contra la caja de vagón 202 que se realiza meramente en la dirección longitudinal de vehículo. En otras variantes de la invención, también se puede realizar en este sentido una adaptación a un vehículo de referencia convencional con un recubrimiento exterior de referencia alisado, curvado de manera continua, sin el saliente 207.1 a modo de tejado, aunque con una forma idéntica por lo demás. La línea de flujo de guiado se produce entonces con un flujo incidente contra el vehículo de referencia que se realiza meramente en la dirección longitudinal de vehículo.

### Tercer ejemplo de realización

15 A continuación se describe una realización ventajosa adicional del vehículo 301 según la invención con referencia a las figuras 6 y 13 a 18D. El vehículo 301 corresponde en este caso, con respecto a su diseño y funcionamiento básico, al vehículo 101 de las figuras 1 a 5, de modo que en este caso sólo se explican las diferencias. En particular, componentes del mismo tipo están dotados de números de referencia incrementados por el valor 200. Siempre que a continuación no se indique lo contrario, con respecto a las características, funciones y ventajas de estos componentes se hace referencia a las explicaciones anteriores en relación con el primer ejemplo de realización.

20 La diferencia con respecto al vehículo 101 consiste en que en el caso del vehículo 301 se trata de un vagón-piloto para un tren de doble planta, cuya velocidad de servicio nominal se sitúa por encima de 180 km/h, concretamente a  $V_n = 200$  km/h.

25 Para aumentar la estabilidad al viento lateral del vehículo 301, está previsto en el tramo de cabeza 305 de la caja de vagón 302 a su vez un dispositivo de desprendimiento de flujo 307 que en caso de un flujo oblicuo W al menos reduce el carácter desfavorable (por ejemplo una irregularidad en la dirección transversal de vehículo) de la distribución de presión en la zona del tramo de cabeza 305 mediante una separación temprana y permanente en el lado de sotavento del flujo del recubrimiento exterior 302.1, y de este modo evita descargas excesivas de ruedas en el tren de rodadura 303 que de otro modo resultan de ello.

30 El dispositivo de desprendimiento de flujo 307 comprende para ello a su vez a ambos lados de la caja de vagón 302 en cada caso un tramo en forma de garganta 307.1 integrado en el recubrimiento exterior 302.1, sobre cuyo lado exterior (en la dirección transversal de vehículo) está definido en cada caso un saliente 307.2 a modo de tejado fundamentalmente rígido. El saliente 307.2 a modo de tejado sobresale con un recubrimiento exterior redondeado hacia fuera con respecto a una geometría indicada en la figura 16 mediante el contorno 308 de líneas discontinuas de vehículos convencionales. En caso de un flujo oblicuo contra el vehículo 301, este saliente 307.2 a modo de tejado está dispuesto en el lado de sotavento de manera separada del plano central longitudinal de vehículo (plano xz) y en el mismo forma con su tramo de cresta 307.5 un canto de desprendimiento de flujo para el flujo de aire.

35 El saliente 307.2 a modo de tejado está configurado de manera marcada de modo que con todas las velocidades de desplazamiento v que se pueden alcanzar en el servicio normal del vehículo 301, con las que se podría producir una descarga crítica de ruedas por viento lateral (por ejemplo en el sentido de la directriz TSI RS mencionada al inicio), se garantiza una separación permanente fiable del flujo con respecto al recubrimiento exterior 302.1, por tanto se evita de manera fiable que el flujo se vuelva a colocar en el recubrimiento exterior 302.1 (en la dirección de flujo) por detrás del saliente 307.2. De este modo, es posible, por ejemplo, a pesar del peso relativamente bajo del vehículo 301, cumplir con los criterios con respecto a la estabilidad frente al viento lateral, tal como vienen definidos por ejemplo en la directriz TSI RS mencionada al inicio, sin tener que recurrir a medios auxiliares convencionales como por ejemplo un lastre adicional o similares, o a una reducción temprana de la velocidad de desplazamiento, forzada por viento lateral.

40 Tal como se puede deducir en particular de las figuras 16 y 17, el saliente 307.2 a modo de tejado presenta para ello a su vez un primer tramo de tejado 307.3, dirigido al plano central longitudinal de vehículo (plano xz), un segundo tramo de tejado 307.4, alejado del plano central longitudinal de vehículo, y un tramo de cresta 307.5 con un canto vivo (con un radio de curvatura de 3 mm, con una dimensión transversal máxima inferior a 4 mm) que forma una transición entre el primer tramo de tejado 307.3 y el segundo tramo de tejado 307.4. En el presente ejemplo, el contorno de corte del primer tramo de tejado 307.3 y del segundo tramo de tejado 307.4 está como máximo muy poco curvado, de modo que se produce una geometría configurada de manera especialmente sencilla, fácil de fabricar, para el tramo de cabeza 305 en esta zona.

55 Para garantizar la separación fiable y permanente del flujo de aire con un flujo oblicuo contra la caja de vagón 302, el primer tramo de tejado 307.3 y el segundo tramo de tejado 307.4 están dispuestos entre sí de modo que por un lado, en caso de un flujo oblicuo contra el vehículo 301, se le aplica al flujo de aire una dirección de flujo principal a través del primer tramo de tejado 307.3 en la zona próxima a la capa límite del flujo de aire. Por otro lado, el contorno de corte del recubrimiento exterior 302.1 (en un plano de corte que contiene la dirección de flujo principal) se dobla en

la zona del segundo tramo de tejado 307.4 (en la dirección de flujo principal tras el tramo de cresta 307.5) tan bruscamente o a modo de precipicio con respecto a la dirección de flujo principal, que el flujo de aire no puede seguir a este cambio rápido de la dirección del recubrimiento exterior 302.1, y por consiguiente se separa de manera permanente del recubrimiento exterior 302.1.

- 5 El primer tramo de tejado 307.3 y el segundo tramo de tejado 307.4 a su vez definen una dirección tangencial T1 o una segunda dirección tangencial T2, que a su vez definen un ángulo de tejado  $\alpha$  (encerrado entre los dos tramos de tejado 307.3, 307.4) del saliente 307.2 a modo de tejado.

10 Para conseguir el cambio rápido anteriormente descrito de la dirección del recubrimiento exterior 302.1, y de este modo la separación permanente deseada del flujo, el ángulo de tejado  $\alpha$ , por una primera zona de canto del saliente 307.2 a modo de tejado que se extiende en la dirección longitudinal de vehículo, asciende a menos de  $120^\circ$ , como se puede deducir en particular de la curva 309 de la figura 6. En este caso, la curva 309 de la figura 6 representa para el vehículo 301 el desarrollo del ángulo de tejado  $\alpha$  (en grados) por la coordenada x con respecto a la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$  del tramo de cabeza 305 (en porcentaje), partiendo de la punta del vehículo (0 %)

15 Tal como se puede deducir en particular de la curva 309, la primera zona de canto se extiende aproximadamente desde un 1 % hasta un 38 % (esto es, aproximadamente por un 37 %) de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ . En una segunda zona de canto que se extiende aproximadamente desde un 2 % hasta un 35 % (esto es, aproximadamente por un 33 %) de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , el ángulo de tejado  $\alpha$  asciende a menos de  $110^\circ$ . En una tercera zona de canto que se extiende aproximadamente desde un 3 % hasta un 31 % (esto es, aproximadamente por un 28 %) de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , el ángulo de tejado  $\alpha$  asciende a menos de  $100^\circ$ . En una cuarta zona de canto que se extiende aproximadamente desde un 5 % hasta un 28 % (esto es, aproximadamente por un 22 %) de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , el ángulo de tejado  $\alpha$  asciende a menos de  $90^\circ$ . En una quinta zona de canto que se extiende aproximadamente desde un 9 % hasta un 22 % (esto es, aproximadamente por un 13 %) de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , el ángulo de tejado  $\alpha$  asciende a menos de  $80^\circ$ . El ángulo de tejado mínimo  $\alpha_{min} = 76^\circ$  se consigue en el corte representado en la figura 16 que se sitúa aproximadamente a un 18 % de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ .

25 Las figuras 18A a 18D muestran, para resaltar los contornos de corte del recubrimiento exterior 302.1, partes de la punta de vehículo 301.1 que se han separado en los dos extremos de la primera zona de canto o de la segunda zona de canto (en la figura 18A aproximadamente con un 5 % de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , en la figura 18B aproximadamente con un 6 % de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ , en la figura 18C aproximadamente con un 32 % de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$  y en la figura 18D aproximadamente con un 37 % de la longitud de cabeza máxima  $L_{max}$ ).

30 Con respecto a la posición del saliente 307.2 a modo de tejado en la dirección de altura de vehículo (dirección z) cabe señalar que el tramo de cresta 307.5 de la primera zona de canto, partiendo del canto inferior de vehículo (0 %), se extiende aproximadamente desde un 23 % hasta un 72 % (esto es, aproximadamente por un 49 %) de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ , aumentando el tramo de cresta 307.5 hacia el tramo de cuerpo 304. En la segunda zona de canto, el tramo de cresta 307.5 se extiende aproximadamente desde un 25 % hasta un 69 % (esto es, aproximadamente por un 44 %) de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ . En la tercera zona de canto, el tramo de cresta 307.5 se extiende aproximadamente desde un 34 % hasta un 65 % (esto es, aproximadamente por un 31 %) de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ . En la cuarta zona de canto, el tramo de cresta 307.5 se extiende aproximadamente desde un 36 % hasta un 64 % (esto es, aproximadamente por un 28 %) de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ . En la quinta zona de canto, el tramo de cresta 307.5 se extiende aproximadamente desde un 42 % hasta un 55 % (esto es, aproximadamente por un 13 %) de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ . El punto del tramo de cresta 307.5 con el ángulo de tejado mínimo ( $\alpha_{min} = 76^\circ$ ; véase la figura 16) se sitúa aproximadamente a un 50 % de la altura de cabeza máxima  $H_{max}$ .

35 Con respecto a la posición del saliente 307.2 a modo de tejado en la dirección transversal de vehículo (dirección y) cabe señalar que el tramo de cresta 307.5 de la primera zona de canto, partiendo del plano central longitudinal (0 %), se extiende aproximadamente desde un 28 % hasta un 42 % (esto es, aproximadamente por un 14 %) del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ , alejándose el tramo de cresta 307.5 del plano central longitudinal hacia el tramo de cuerpo 304. En la segunda zona de canto, el tramo de cresta 307.5 se extiende aproximadamente desde un 29 % hasta un 42 % (esto es, aproximadamente por un 13 %) del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ . En la tercera zona de canto, el tramo de cresta 307.5 se extiende aproximadamente desde un 36 % hasta un 41,5 % (esto es, aproximadamente por un 5,5 %) del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ . En la cuarta zona de canto, el tramo de cresta 307.5 se extiende aproximadamente desde un 36,5 % hasta un 41 % (esto es, aproximadamente por un 4,5 %) del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ . En la quinta zona de canto, el tramo de cresta 307.5 se extiende aproximadamente desde un 37,5 % hasta un 39,5 % (esto es, aproximadamente por un 2 %) del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ . El punto del tramo de cresta 307.5 con el ángulo de tejado mínimo ( $\alpha_{min} = 76^\circ$ ; véase la figura 16) se sitúa aproximadamente a un 39 % del ancho de cabeza máximo  $B_{max}$ .

45 En el presente ejemplo, el recubrimiento exterior 302.1 forma en la zona de los tramos de tejado 307.3 o 307.4 una superficie fundamentalmente lisa (con un cambio de curvatura como máximo moderado en la dirección transversal de vehículo). El contorno de corte del recubrimiento exterior 302.1 presenta en un plano de corte que discurre de

60

manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo un punto de inflexión WP, por lo que a su vez está definido un contorno de corte ondulado.

5 Tal como se puede deducir además de las figuras 16 y 17, el saliente 307.2 a modo de tejado está diseñado y dispuesto también en el presente ejemplo a modo de rampa, de modo que se le puede aplicar al flujo de aire en su zona una componente de flujo intensa dirigida alejándose radialmente del recubrimiento exterior 302.1. Tal como se puede deducir de la figura 16, la dirección radial en el sentido de la presente invención viene definida a su vez en una sección transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo mediante una línea de conexión R entre un punto del tramo de cresta 307.5 y el centro de gravedad superficial A de la sección transversal de vehículo. En el presente ejemplo, la primera dirección tangencial T1 y la dirección radial R encierran un ángulo  $\beta$  inferior a  $45^\circ$  por la primera zona de canto. En el corte representado en la figura 4, el ángulo  $\beta$  asciende aproximadamente a  $5^\circ$ .

10 Tal como se puede deducir además de las figuras 13 y 15, el tramo en forma de garganta 307.1 con el saliente 307.2 a modo de tejado está dispuesto en una zona relativamente en el exterior (en la dirección transversal de vehículo) por fuera de un vidrio frontal 211 del tramo de cabeza 305, ya que en la misma se puede realizar de manera especialmente sencilla. Además, esta posición situada relativamente en el exterior resulta ventajosa con respecto a la realización sencilla del saliente 307.2 a modo de tejado, ya que mediante la conformación general del tramo de cabeza 305 en esta zona situada muy externamente se favorece un pandeo correspondientemente brusco o a modo de precipicio del recubrimiento exterior 302.1 con respecto a la dirección de flujo principal.

15 El desarrollo de los salientes 307.2 a modo de tejado depende de la geometría general del tramo de cabeza 305 para conseguir de manera adaptada para el mismo un nivel óptimo con respecto a una sensibilidad reducida al viento lateral con poca producción de ruidos y una baja resistencia al desplazamiento.

20 Tal como se puede deducir además de las figuras 13 y 15 en este contexto, los tramos de cresta 307.5 de los dos salientes 307.2 a modo de tejado discurren, en una vista frontal, en la dirección del eje longitudinal de vehículo fundamentalmente en forma de V entre sí, definiendo una configuración convexa en forma de V. De este modo, se consigue de manera ventajosa una aproximación del desarrollo de los tramos de cresta 307.5 o de los salientes 307.2 a modo de tejado al desarrollo de las líneas de flujo con un flujo incidente meramente axial. Esto resulta muy ventajoso porque de este modo no se introduce ninguna perturbación en el flujo en caso de un flujo incidente meramente axial contra la caja de vagón 302 a través de los salientes 307.2 a modo de tejado, en particular a través de sus tramos de cresta 307.5, de modo que en caso de un flujo incidente meramente axial o en caso de un flujo incidente sólo poco diferente al mismo se produce una producción de ruidos lo menor posible así como una resistencia al desplazamiento lo menor posible.

25 En el presente ejemplo, el desarrollo de los tramos de tejado 307.5 o de los salientes 307.2 a modo de tejado sigue para ello al desarrollo de una línea de flujo de guiado. En este caso, la línea de flujo de guiado es una línea de flujo fundamentalmente no perturbada que se produce en caso de un flujo incidente contra la caja de vagón 302 que se realiza meramente en la dirección longitudinal de vehículo. En otras variantes de la invención, también se puede realizar en este sentido una adaptación a un vehículo de referencia convencional con un recubrimiento exterior de referencia alisado, curvado de manera continua, sin el saliente 307.2 a modo de tejado, aunque con una forma idéntica por lo demás. La línea de flujo de guiado se produce entonces en caso de un flujo incidente contra el vehículo que se realiza meramente en la dirección longitudinal de vehículo.

30 La presente invención se ha descrito anteriormente mediante tres tipos de vehículos para diferentes clases de velocidad o finalidades de uso, en los que los salientes a modo de tejado están configurados de diferente manera. Se entiende que también dentro del respectivo tipo de vehículo pueden estar previstas diferentes configuraciones de los salientes a modo de tejado. Así, la curva 409 de la figura 6 muestra por ejemplo para un vehículo de alta velocidad adicional (con una velocidad de servicio nominal por encima de 350 km/h) el desarrollo del ángulo de tejado  $\alpha$  (en grados) por la coordenada x con respecto a la longitud de cabeza máxima  $L_{\max}$  del tramo de cabeza (en porcentaje), partiendo de la punta del vehículo (0 %).

35 Además, se entiende que la presente invención también se puede emplear en vehículos con una menor velocidad de servicio nominal. Así, la presente invención se emplea preferiblemente en vehículos que empiecen con una velocidad de servicio nominal de 140 km/h, preferiblemente de 160 km/h.

40 La presente invención se ha descrito anteriormente de forma exclusiva para ejemplos de vehículos para trenes automotores. Sin embargo, se entiende que la invención también se puede emplear en relación con otros vehículos sobre carriles. Además, la invención se ha descrito exclusivamente en relación con vehículos sobre carriles. Sin embargo, se entiende que también se puede emplear en relación con cualquier otro vehículo para aumentar la estabilidad al viento lateral.

55

**REIVINDICACIONES**

1. Vehículo, en particular vehículo sobre carriles para el tráfico de alta velocidad, con

- una caja de vagón (102; 202; 302) que se apoya en al menos un tren de rodadura (103; 203; 303),
- definiendo la caja de vagón (102; 202; 302) una dirección longitudinal de vehículo, una dirección transversal de vehículo y una dirección de altura de vehículo,
- presentando la caja de vagón (102; 202; 302) un tramo de cuerpo (104; 204; 304) y un tramo de cabeza (105; 205; 305) que sigue al mismo,
- estando el tramo de cabeza (105; 205; 305) configurado para formar un extremo libre de vehículo (101.1; 201.1; 301.1) durante el funcionamiento,
- estrechándose el tramo de cabeza (105; 205; 305) a lo largo de la dirección longitudinal de vehículo hacia el extremo libre de vehículo (101.1; 201.1; 301.1) al menos en la dirección de altura de vehículo,
- presentando el tramo de cabeza (105; 205; 305) un recubrimiento exterior (102.1; 202.1; 302.1) y un dispositivo de desprendimiento de flujo (107; 207; 307) que se extiende en la dirección longitudinal de vehículo y/o en la dirección de altura de vehículo para reducir la sensibilidad al viento lateral del vehículo,
- caracterizado porque**
- el dispositivo de desprendimiento de flujo (107; 207; 307) comprende un saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado formado por el recubrimiento exterior (102.1; 202.1; 302.1),
- estando el saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado separado con respecto a un plano central longitudinal de vehículo en la dirección transversal de vehículo,
- presentando el saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado un primer tramo de tejado (107.3; 207.3; 307.3), dirigido al plano central longitudinal de vehículo, un segundo tramo de tejado (107.4; 207.4; 307.4), alejado del plano central longitudinal de vehículo, y un tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) que forma una transición entre el primer tramo de tejado (107.3; 207.3; 307.3) y el segundo tramo de tejado (107.4; 207.4; 307.4), y
- discurriendo el primer tramo de tejado (107.3; 207.3; 307.3) y el segundo tramo de tejado (107.4; 207.4; 307.4) de manera inclinada entre sí de modo que el tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) forma un canto de desprendimiento de flujo para el flujo de aire mediante un flujo de aire desde el plano central longitudinal de vehículo en caso de una velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles y un flujo oblicuo contra el saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado, provocada en particular por el viento lateral.

2. Vehículo según la reivindicación 1, **caracterizado porque**

- el primer tramo de tejado (107.3; 207.3; 307.3) está configurado de modo que, en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo, aplica una primera dirección tangencial al flujo de aire en caso de un flujo incidente en la dirección transversal de vehículo desde el plano central longitudinal de vehículo en una primera zona de conexión (107.6; 207.6; 307.6) al tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5), y
- el segundo tramo de tejado (107.4; 207.4; 307.4) está configurado de modo que en el plano transversal de vehículo aplica una segunda dirección tangencial al flujo de aire en caso de un flujo incidente en la dirección transversal de vehículo hacia el plano central longitudinal de vehículo en una segunda zona de conexión (107.7; 207.7; 307.7) al tramo de tejado (107.5; 207.5; 307.5),
- definiendo la primera dirección tangencial y la segunda dirección tangencial un ángulo de tejado del saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado y
- ascendiendo el ángulo de tejado, por una primera zona de canto que se extiende en la dirección longitudinal de vehículo, a menos de 150 °, preferiblemente a menos de 120 °, más preferiblemente a menos de 110 °, más preferiblemente a menos de 100 °, en particular de 70 ° a 110 °.

3. Vehículo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque**

- el primer tramo de tejado (107.3; 207.3; 307.3) define una primera dirección tangencial en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo en una primera zona de conexión (107.6; 207.6; 307.6) al tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5),
- el segundo tramo de tejado (107.4; 207.4; 307.4) define una segunda dirección tangencial en el plano transversal de vehículo en una segunda zona de conexión (107.7; 207.7; 307.7) al tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5),
- definiendo la primera dirección tangencial y la segunda dirección tangencial un ángulo de tejado del saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado y
- ascendiendo el ángulo de tejado, por una primera zona de canto que se extiende en la dirección longitudinal de vehículo, a menos de 150 °, preferiblemente a menos de 120 °, más preferiblemente a menos de 110 °, más preferiblemente a menos de 100 °, en particular de 70 ° a 110 °.

4. Vehículo según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque**

- el tramo de cabeza (105; 205; 305) en la dirección longitudinal de vehículo entre el extremo libre de vehículo (101.1; 201.1; 301.1) y una zona de conexión (106; 206; 306) al tramo de cuerpo (104; 204; 304) tiene una longitud de cabeza máxima y

- la primera zona de canto en la dirección longitudinal de vehículo se extiende por al menos un 15 % de la longitud de cabeza máxima, preferiblemente se extiende por al menos un 20 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente se extiende de un 25 % a un 50 % de la longitud de cabeza máxima, y/o

5 - la primera zona de canto, partiendo del extremo libre de vehículo (101.1; 201.1; 301.1) en la dirección longitudinal de vehículo, empieza con una primera distancia longitudinal relativa que asciende al menos a un 2 % de la longitud de cabeza máxima, preferiblemente asciende al menos a un 5 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente asciende al menos a un 15 % de la longitud de cabeza máxima, aumentando la primera distancia longitudinal relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles, y/o

10 - la primera zona de canto, partiendo del extremo libre de vehículo (101.1; 201.1; 301.1) en la dirección longitudinal de vehículo, termina con una segunda distancia longitudinal relativa que asciende como máximo a un 80 % de la longitud de cabeza máxima, preferiblemente como máximo a un 65 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente como máximo a un 50 % de la longitud de cabeza máxima, aumentando la segunda distancia longitudinal relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

5. Vehículo según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado porque**

- el tramo de cabeza (105; 205; 305) en la dirección de altura de vehículo tiene entre un canto inferior de vehículo y un canto superior de vehículo una altura de cabeza máxima y

20 - la primera zona de canto se extiende en la dirección de altura de vehículo por al menos un 10 % de la longitud de cabeza máxima, preferiblemente al menos por un 30 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente de un 25 % a un 60 % de la longitud de cabeza máxima, y/o

25 - la primera zona de canto, partiendo del canto inferior de vehículo en la dirección de altura de vehículo, empieza con una primera distancia de altura relativa que asciende al menos a un 15 % de la altura de cabeza máxima, preferiblemente asciende al menos a un 20 % de la altura de cabeza máxima, más preferiblemente asciende al menos a un 40 % de la altura de cabeza máxima, aumentando la primera distancia de altura relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles, y/o

30 - la primera zona de canto, partiendo del canto inferior de vehículo en la dirección de altura de vehículo, termina con una segunda distancia de altura relativa, que asciende como máximo a un 85 % de la altura de cabeza máxima, preferiblemente asciende como máximo a un 75 % de la altura de cabeza máxima, más preferiblemente asciende como máximo a un 65 % de la longitud de cabeza máxima, aumentado la segunda distancia de altura relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

6. Vehículo según una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado porque**

- el tramo de cabeza (105; 205; 305) tiene en la dirección transversal de vehículo un ancho de cabeza máximo y

35 - la primera zona de canto se extiende en la dirección transversal de vehículo por al menos un 10 % del ancho de cabeza máximo, preferiblemente al menos por un 15 % del ancho de cabeza máximo, más preferiblemente de un 10 % a un 20 % del ancho de cabeza máximo, y/o

40 - la primera zona de canto, partiendo del plano central longitudinal de vehículo en la dirección transversal de vehículo, empieza con una primera distancia transversal relativa que asciende al menos a un 15 % del ancho de cabeza máximo, preferiblemente asciende al menos a un 20 % del ancho de cabeza máximo, más preferiblemente asciende al menos a un 25 % del ancho de cabeza máximo, disminuyendo la primera distancia transversal relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles, y/o

45 - la primera zona de canto, partiendo del plano central longitudinal de vehículo en la dirección transversal de vehículo, termina con una segunda distancia transversal relativa que asciende como máximo a un 30 % del ancho de cabeza máximo, preferiblemente asciende como máximo a un 35 % del ancho de cabeza máximo, más preferiblemente asciende como máximo a un 45 % del ancho de cabeza máximo, disminuyendo la segunda distancia transversal relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

7. Vehículo según una de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado porque**

50 - el tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) está configurado fundamentalmente con un canto vivo en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo y/o

55 - el tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) está configurado al menos por tramos de manera redondeada en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo, ascendiendo el radio de curvatura del tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) en particular como máximo a 30 mm, preferiblemente asciende como máximo a 15 mm, más preferiblemente asciende como máximo a 5 mm, más preferiblemente asciende como máximo a 2 mm, y/o

60 - el tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) tiene en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo una dimensión transversal máxima que asciende como máximo a 30 mm, preferiblemente asciende como máximo a 15 mm, más preferiblemente asciende como máximo a 5 mm, más preferiblemente asciende como máximo a 2 mm.

8. Vehículo según una de las reivindicaciones 2 a 7, **caracterizado porque**

- en una sección transversal de vehículo de la caja de vagón, que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo, una línea de conexión entre un punto del tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) y el centro de gravedad superficial de la sección transversal de vehículo define una dirección radial,
- encerrando la primera dirección tangencial y la dirección radial un ángulo inferior a 60 °, preferiblemente un ángulo inferior a 45 °, más preferiblemente un ángulo inferior a 35 °.

9. Vehículo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

- el recubrimiento exterior (102.1; 202.1; 302.1) del tramo de cabeza (105; 205; 305) presenta en el lado superior de vehículo en la zona del saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado un tramo en forma de garganta (107.1; 207.1; 307.1) que en particular está dispuesto en el recubrimiento exterior (102.1; 202.1; 302.1) del tramo de cabeza (105; 205; 305) en una zona fuera de un vidrio frontal (111; 211; 311) del tramo de cabeza (105; 205; 305), y
- el recubrimiento exterior (102.1; 202.1; 302.1) en el tramo en forma de garganta (107.1; 207.1; 307.1) presenta, en un plano transversal de vehículo que discurre de manera perpendicular a la dirección longitudinal de vehículo entre un tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) del saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado y el plano central longitudinal de vehículo, un contorno de corte, que en particular
  - está curvado fundamentalmente de manera continua y presenta un punto de inflexión, estando el punto de inflexión dispuesto en particular más próximo al tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) que al plano central longitudinal de vehículo, y/o
  - presenta un pandeo fundamentalmente en forma de V, estando el pandeo dispuesto en particular más próximo al tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) que al plano central longitudinal de vehículo.

10. Vehículo según la reivindicación 9, **caracterizado porque**

- el tramo de cabeza (105; 205; 305) tiene en la dirección longitudinal de vehículo entre el extremo libre de vehículo (101.1; 201.1; 301.1) y una conexión (106; 206; 306) al tramo de cuerpo (104; 204; 304) una longitud de cabeza máxima y
- el tramo en forma de garganta (107.1; 207.1; 307.1) se extiende en la dirección longitudinal de vehículo por al menos un 30 % de la longitud de cabeza máxima, preferiblemente al menos por un 60 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente de un 30 % a un 80 % de la longitud de cabeza máxima, y/o
- el tramo en forma de garganta (107.1; 207.1; 307.1), partiendo del extremo libre de vehículo (101.1; 201.1; 301.1) en la dirección longitudinal de vehículo, empieza con una tercera distancia longitudinal relativa que asciende al menos a un 2 % de la longitud de cabeza máxima, preferiblemente asciende al menos a un 5 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente asciende al menos a un 15 % de la longitud de cabeza máxima, aumentando la tercera distancia longitudinal relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles, y/o
- el tramo en forma de garganta (107.1; 207.1; 307.1), partiendo del extremo libre de vehículo (101.1; 201.1; 301.1) en la dirección longitudinal de vehículo, termina con una cuarta distancia longitudinal relativa que asciende como máximo a un 90 % de la longitud de cabeza máxima, preferiblemente como máximo a un 80 % de la longitud de cabeza máxima, más preferiblemente como máximo a un 50 % de la longitud de cabeza máxima, aumentando la cuarta distancia longitudinal relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

11. Vehículo según la reivindicación 8 o 9, **caracterizado por que**

- el tramo de cabeza (105; 205; 305) en la dirección de altura de vehículo tiene entre un canto inferior de vehículo y un canto superior de vehículo una altura de cabeza máxima y
- el tramo en forma de garganta (107.1; 207.1; 307.1) se extiende en la dirección de altura de vehículo por al menos un 35 % de la altura de cabeza máxima, preferiblemente se extiende por al menos un 45 % de la altura de cabeza máxima, más preferiblemente se extiende de un 40 % a un 60 % de la altura de cabeza máxima, y/o
- el tramo en forma de garganta (107.1; 207.1; 307.1), partiendo del canto inferior de vehículo en la dirección de altura de vehículo, empieza con una tercera distancia de altura relativa, que asciende al menos a un 20 % de la altura de cabeza máxima, preferiblemente asciende al menos a un 25 % de la altura de cabeza máxima, más preferiblemente asciende al menos a un 30 % de la altura de cabeza máxima, aumentando la tercera distancia de altura relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles, y/o
- el tramo en forma de garganta (107.1; 207.1; 307.1), partiendo del canto inferior de vehículo en la dirección de altura de vehículo, termina con una cuarta distancia de altura relativa que asciende como máximo a un 95 % de la altura de cabeza máxima, preferiblemente asciende como máximo a un 85 % de la altura de cabeza máxima, más preferiblemente asciende como máximo a un 70 % de la longitud de cabeza máxima, aumentando la cuarta distancia de altura relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

12. Vehículo según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque**

- el tramo de cabeza (105; 205; 305) tiene en la dirección transversal de vehículo un ancho de cabeza máximo y
- el tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) que delimita el tramo en forma de garganta (107.1; 207.1; 307.1) se extiende en la dirección transversal de vehículo por al menos un 10 % del ancho de cabeza máximo, preferiblemente se extiende por al menos un 15 % del ancho de cabeza máximo, más preferiblemente se extiende de un 10 % a un 20 % del ancho de cabeza máximo, y/o
- el tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) que delimita el tramo en forma de garganta (107.1; 207.1; 307.1), partiendo del plano central longitudinal de vehículo en la dirección transversal de vehículo, empieza con una tercera distancia transversal relativa que asciende al menos a un 15 % del ancho de cabeza máximo, preferiblemente asciende al menos a un 20 % del ancho de cabeza máximo, más preferiblemente asciende al menos a un 25 % del ancho de cabeza máximo, disminuyendo la tercera distancia transversal relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles, y/o
- el tramo de cresta (107.5; 207.5; 307.5) que delimita el tramo en forma de garganta (107.1; 207.1; 307.1), partiendo del plano central longitudinal de vehículo en la dirección transversal de vehículo, termina con una cuarta distancia transversal relativa que asciende como máximo a un 35 % del ancho de cabeza máximo, preferiblemente asciende como máximo a un 40 % del ancho de cabeza máximo, más preferiblemente asciende como máximo a un 45 % del ancho de cabeza máximo, disminuyendo la cuarta distancia transversal relativa en particular a medida que aumenta la velocidad de servicio nominal del vehículo sobre carriles.

13. Vehículo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

- el saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado es un primer saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado,
- en el otro lado del plano central longitudinal de vehículo está previsto en el recubrimiento exterior (102.1; 202.1; 302.1) un segundo saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado y
- el segundo saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado está configurado, con respecto al plano central longitudinal de vehículo, en particular fundamentalmente de manera simétrica con respecto al primer saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado.

14. Vehículo según la reivindicación 13, **caracterizado porque**

- el primer saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado y el segundo saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado discurren, en una vista frontal, en la dirección del eje longitudinal de vehículo fundamentalmente en forma de V entre sí,
- definiendo el primer saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado y el segundo saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado, en una vista frontal, en particular al menos por tramos una configuración convexa en forma de V y/o
- definiendo el primer saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado y el segundo saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado, en una vista frontal, en particular al menos por tramos una configuración cóncava en forma de V.

15. Vehículo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

- el saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado está dispuesto de modo que presenta un desarrollo al menos aproximado a una línea de flujo de guiado, en particular de modo que sigue fundamentalmente a una línea de flujo de guiado,
- la línea de flujo de guiado, en particular con un flujo incidente contra un vehículo de referencia que se realiza meramente en la dirección longitudinal de vehículo, se produce con un recubrimiento exterior de referencia alisado, en particular curvado de manera continua, sin el saliente (107.2; 207.2; 307.2) a modo de tejado, aunque con una forma idéntica por lo demás.

16. Vehículo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

- es un vehículo (101; 201) para el tráfico de alta velocidad con una velocidad de servicio nominal de al menos 250 km/h, en particular de al menos 300 km/h, y/o
- es un vehículo de doble planta (301) y/o
- es un vehículo (101; 201; 301) para un tren automotor, en particular un vagón-piloto para un tren automotor.

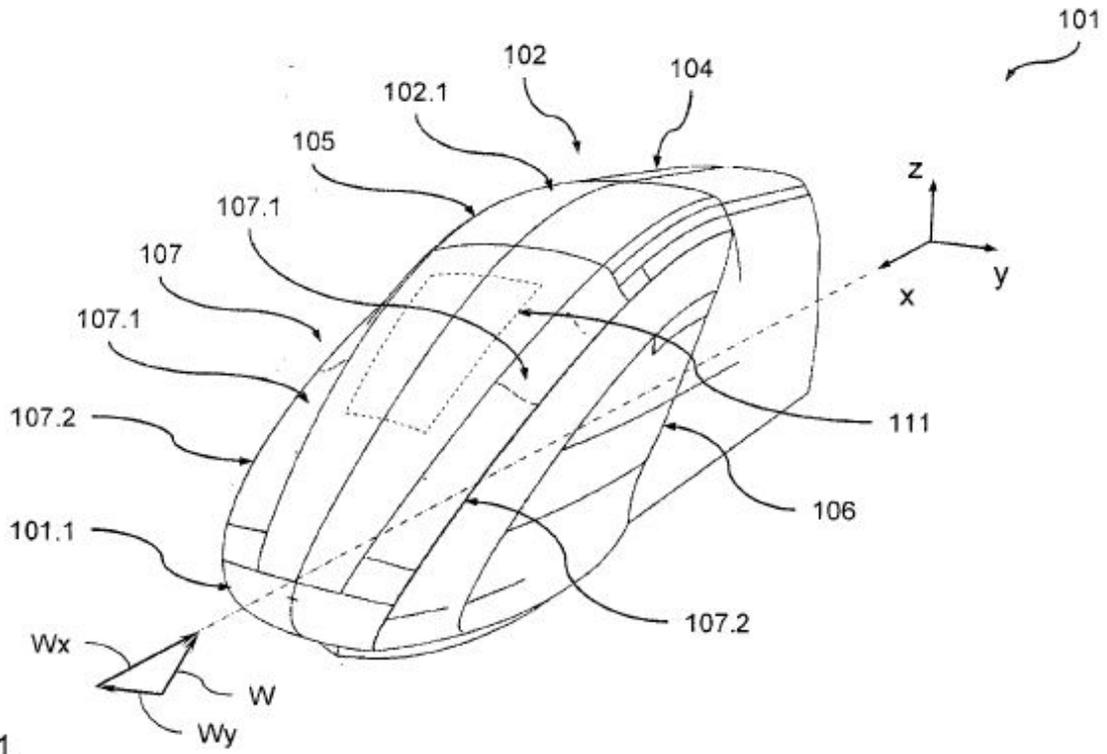


Fig. 1

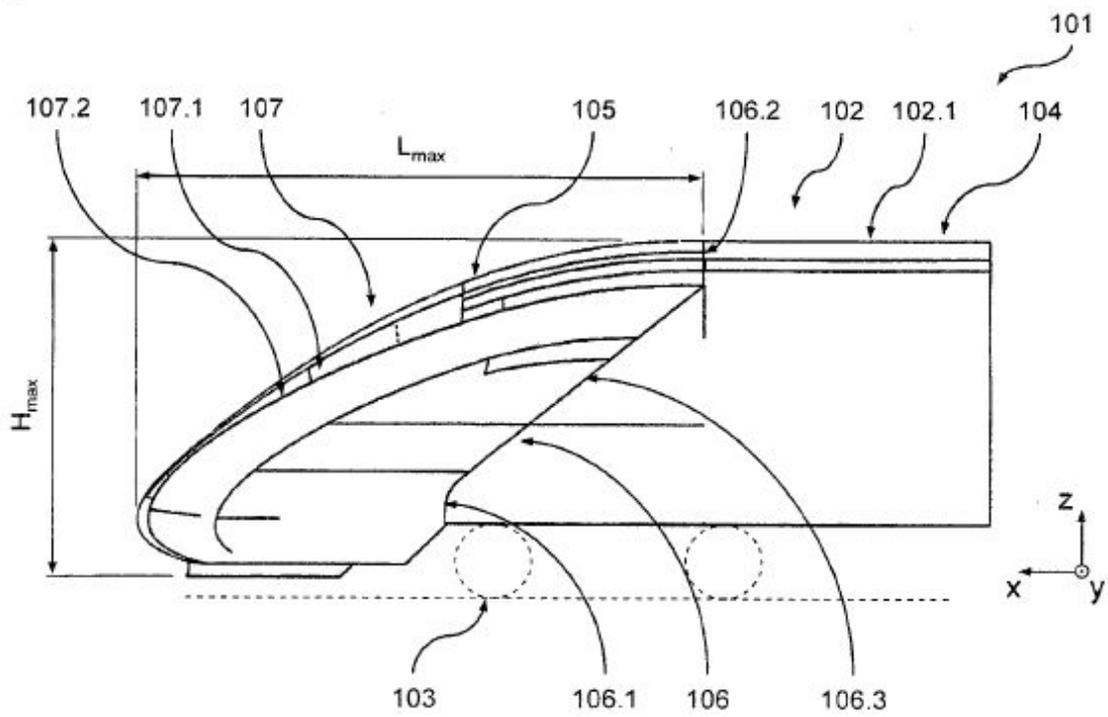


Fig. 2



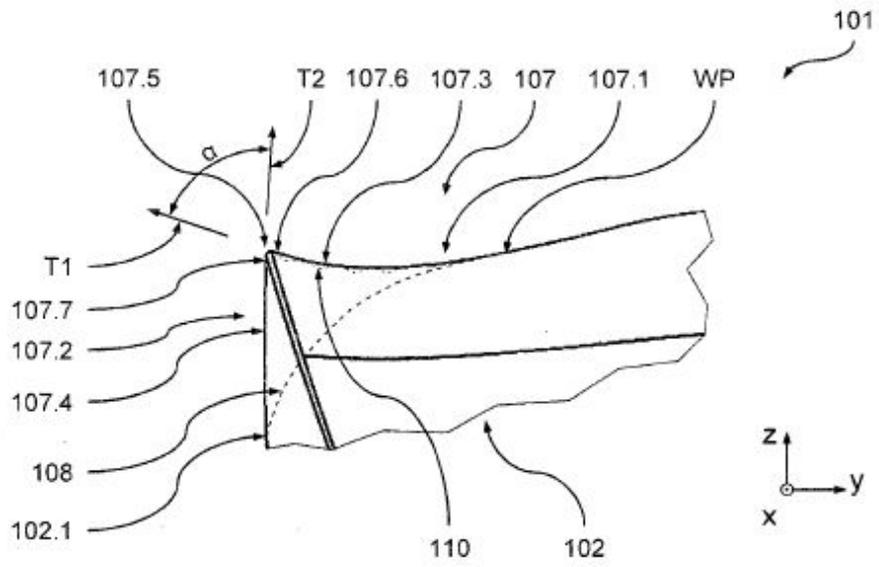


Fig. 5

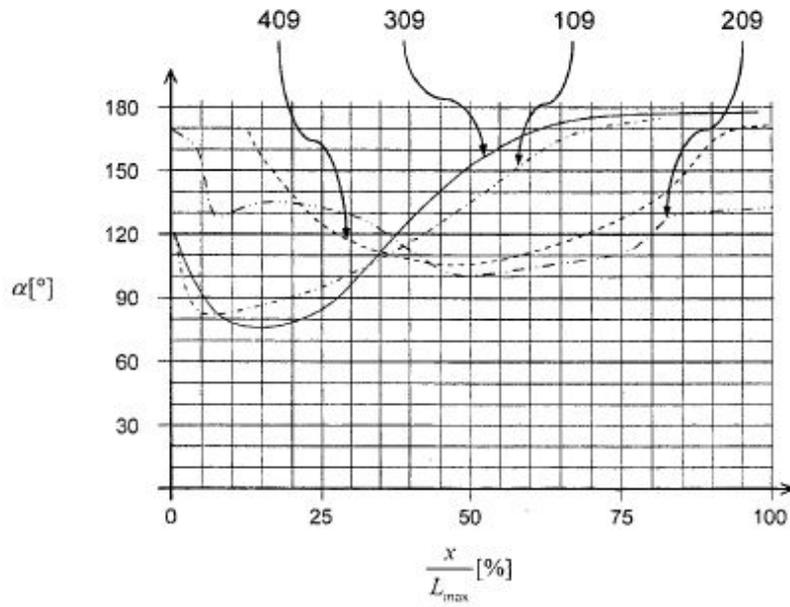
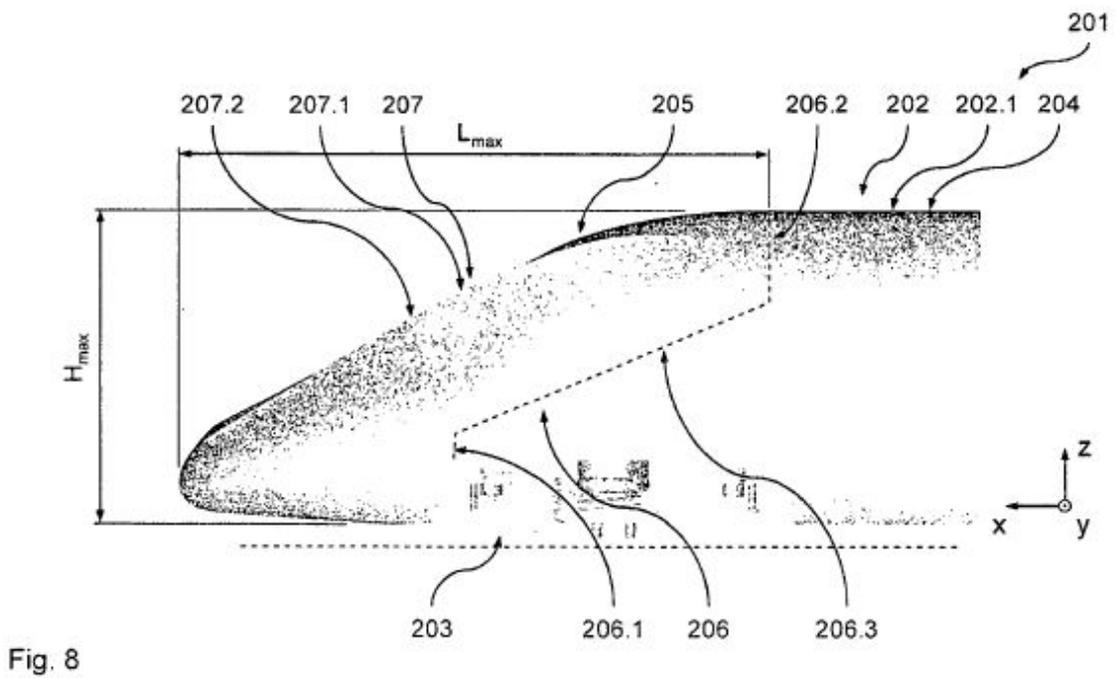
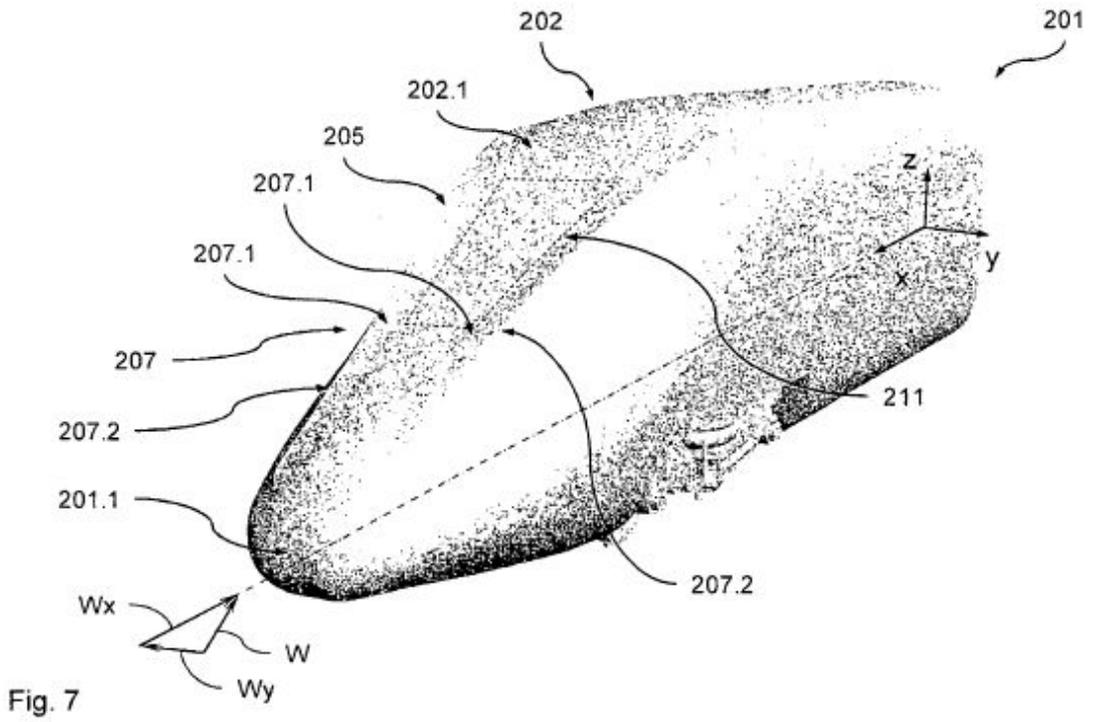


Fig. 6



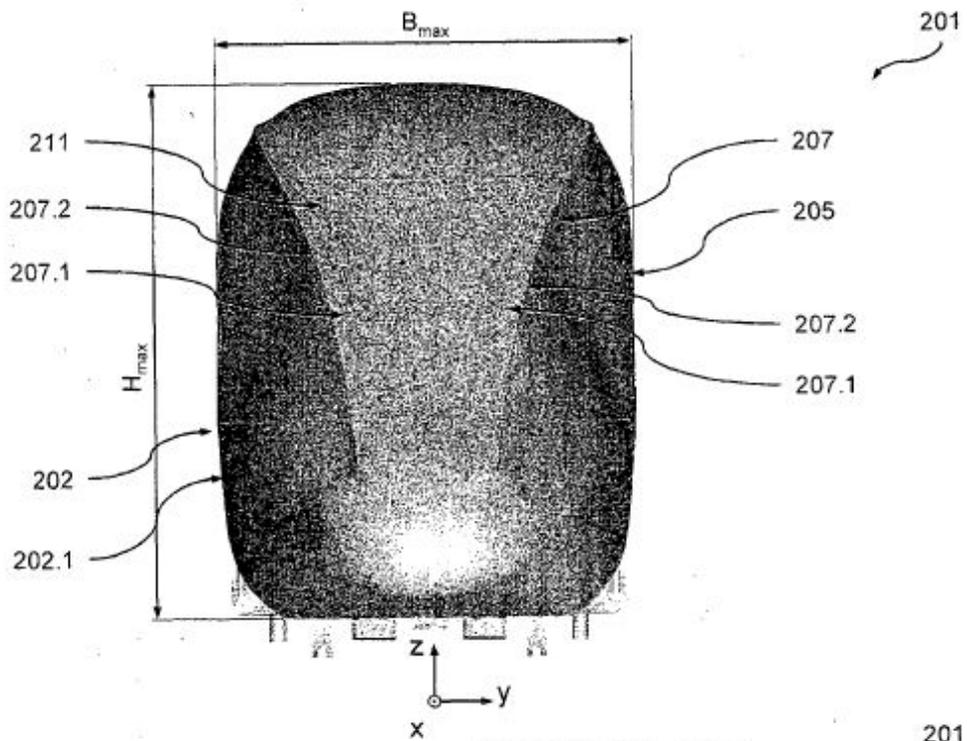


Fig. 9

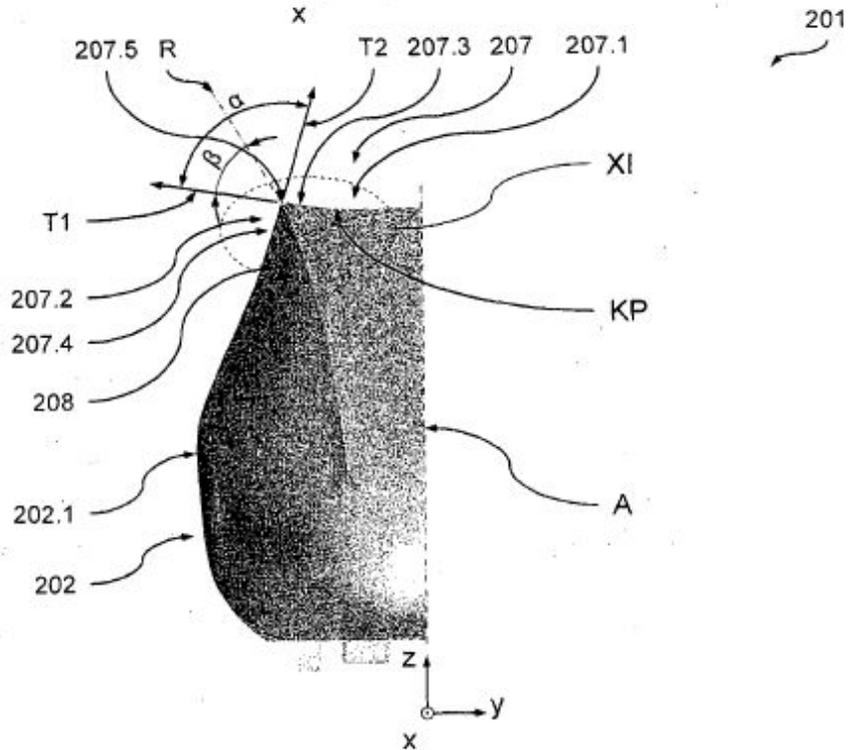
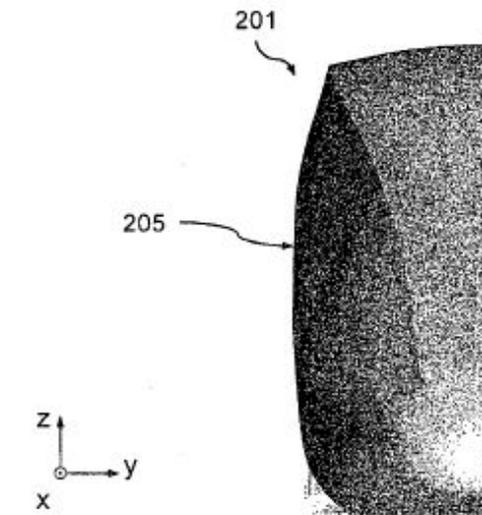
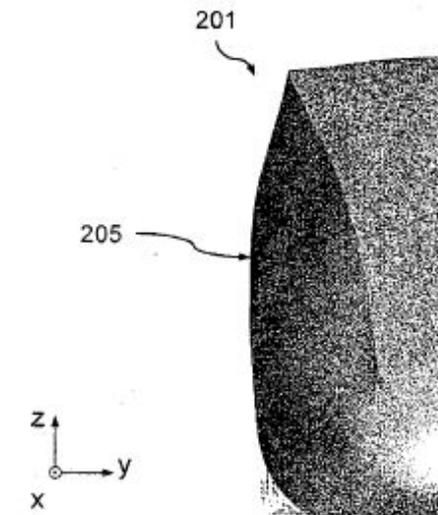
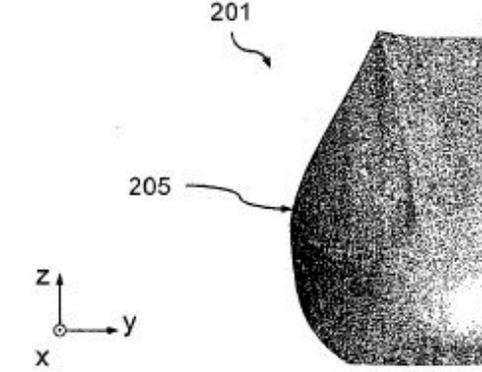
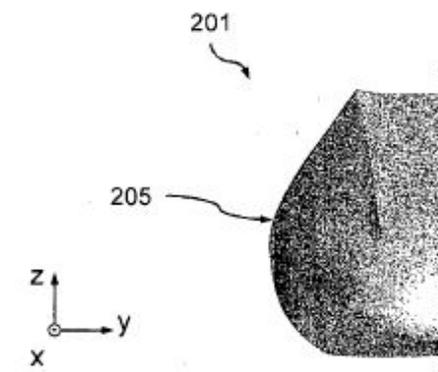
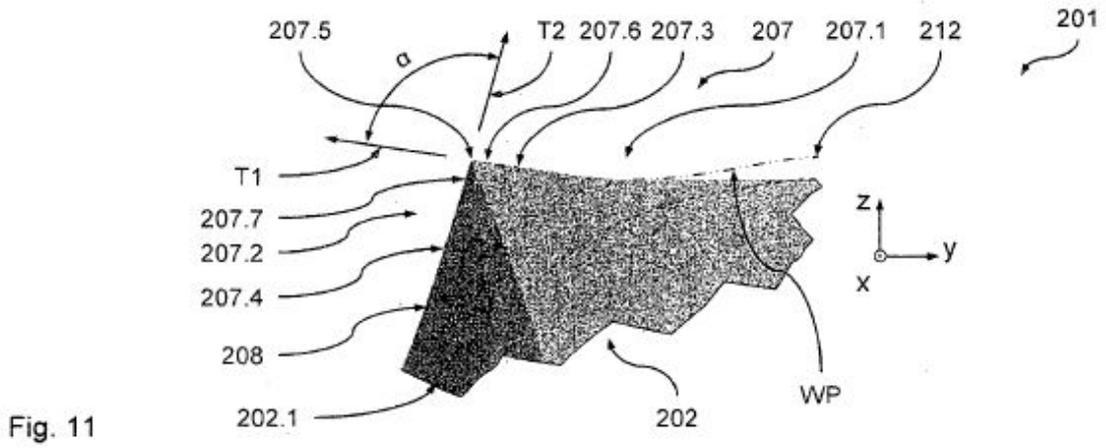
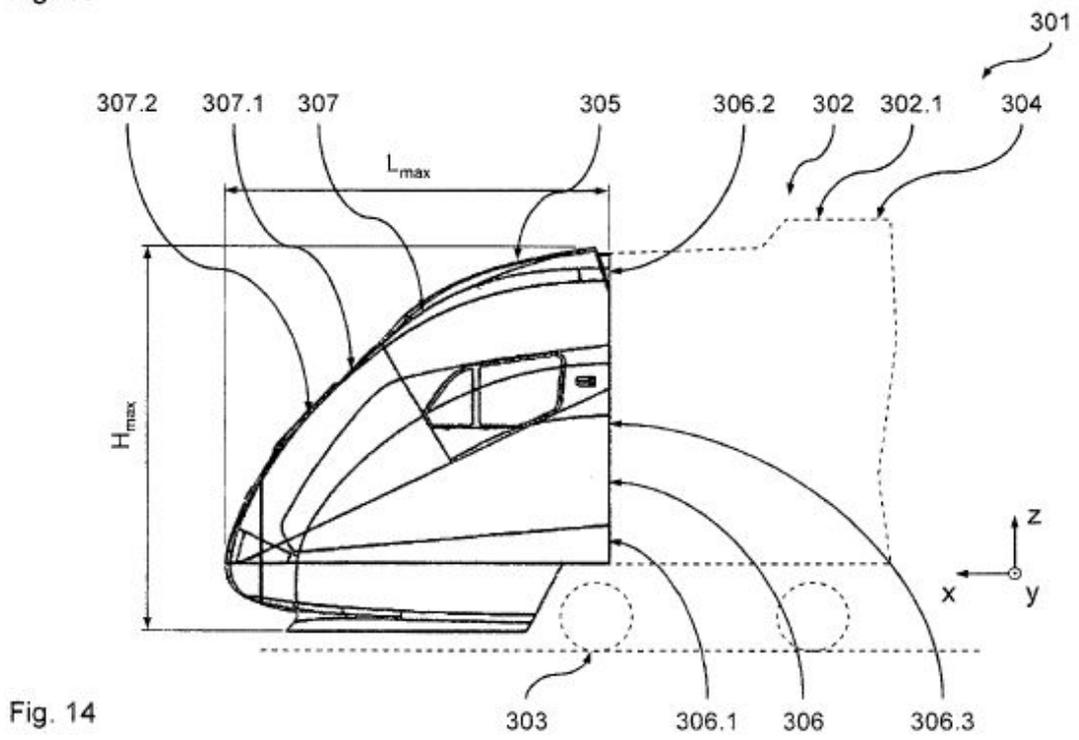
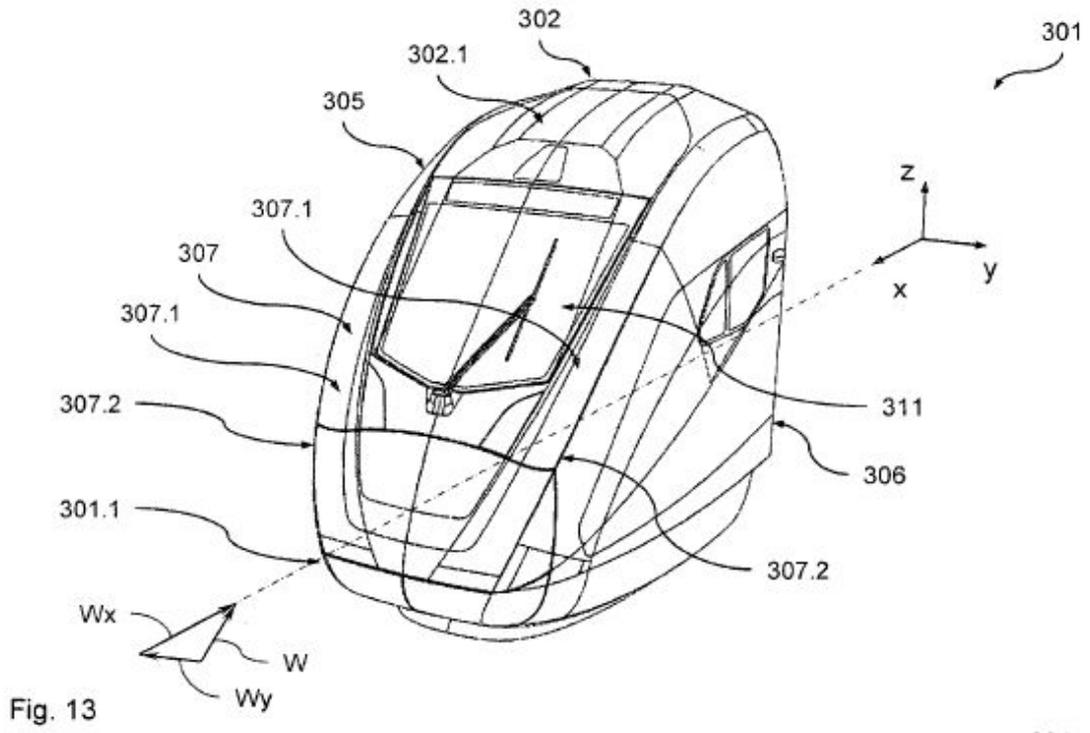


Fig. 10





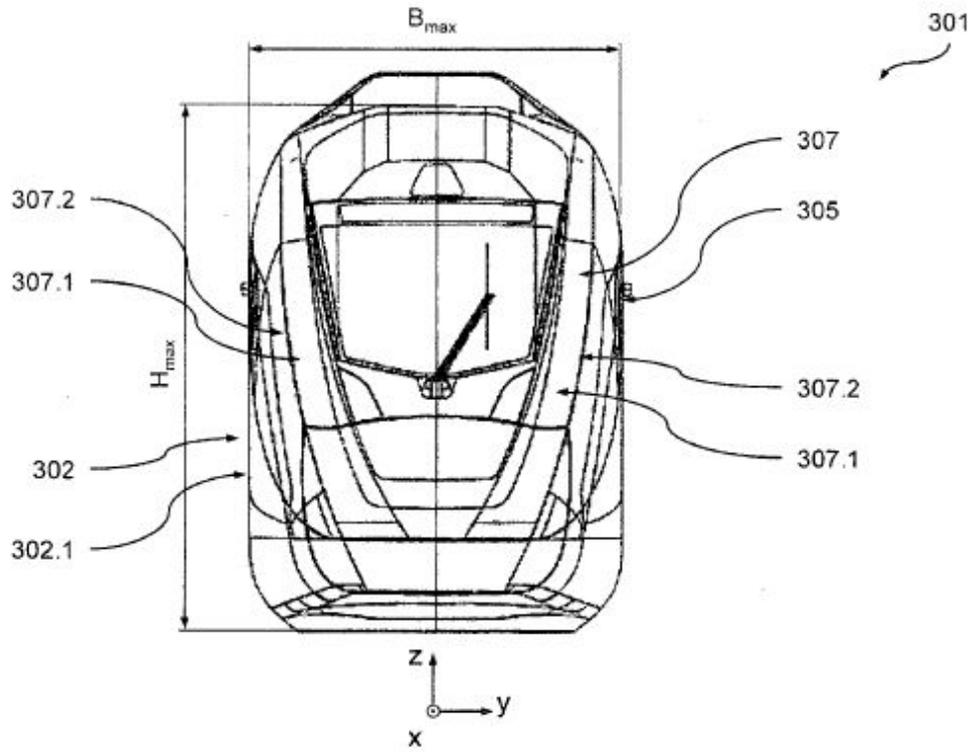


Fig. 15

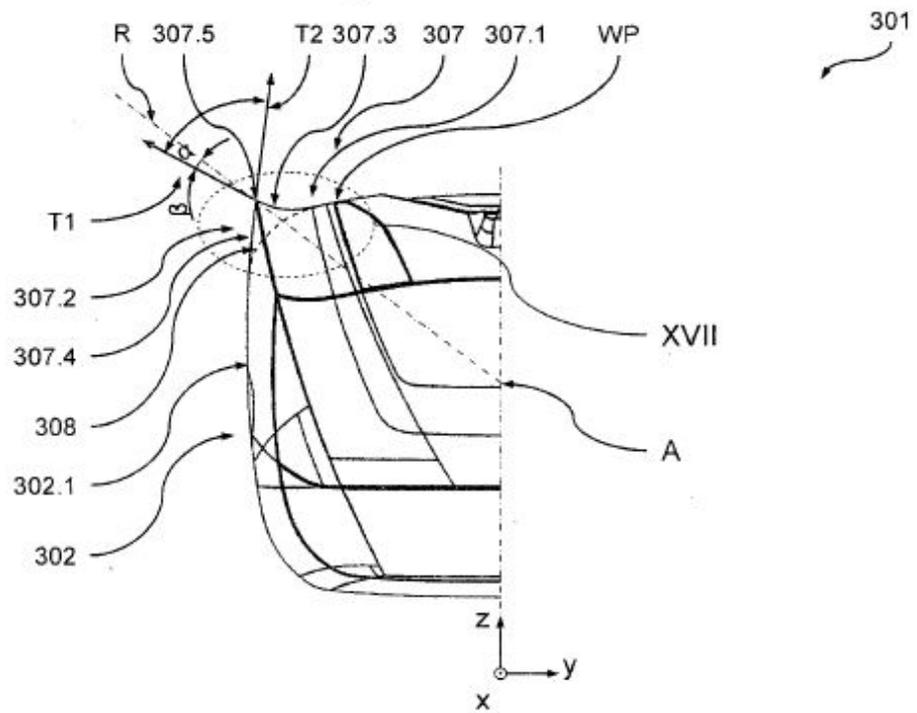


Fig. 16

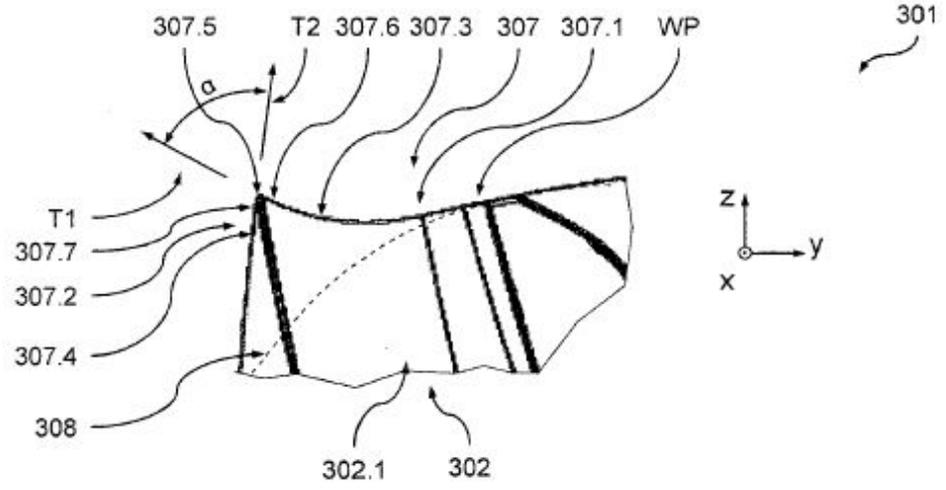


Fig. 17

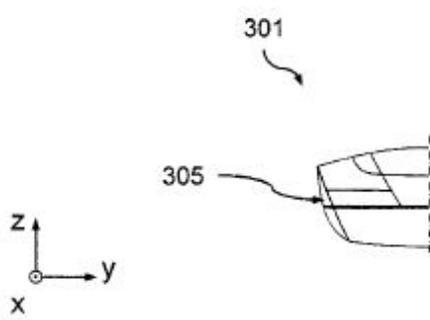


Fig. 18A

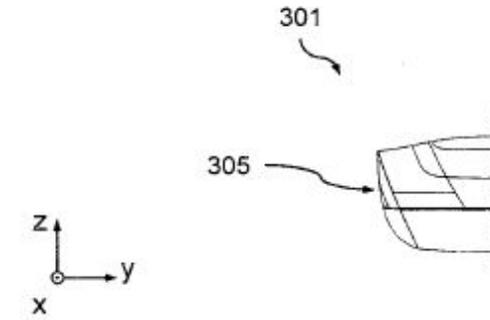


Fig. 18B

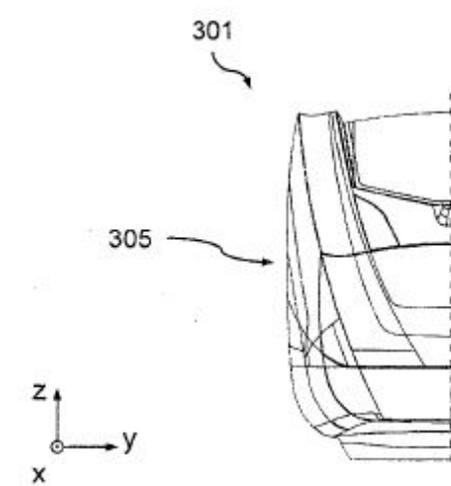


Fig. 18C

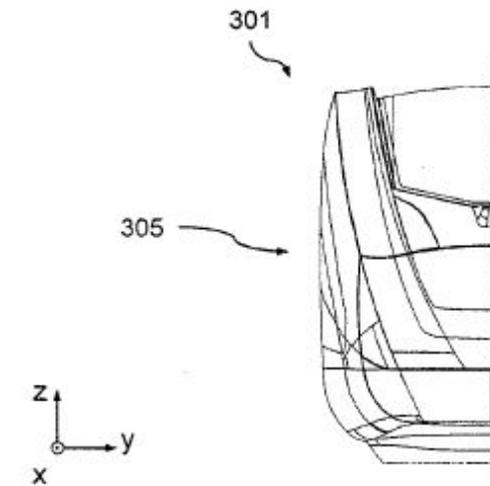


Fig. 18D