

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50941/2021
(22) Anmeldetag: 24.11.2021
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2022

(51) Int. Cl.: **B62D 35/00** (2006.01)

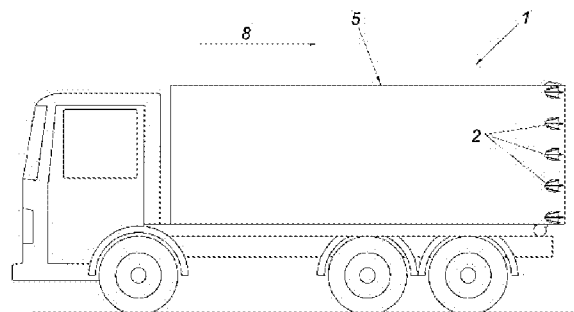
(56) Entgegenhaltungen:
GB 2481640 A
EP 2824320 A1

(73) Patentinhaber:
Sallaberger Wolfgang Hermann
4100 Ottensheim (AT)

(74) Vertreter:
Hübscher & Partner Patentanwälte GmbH
4020 Linz (AT)

(54) Vorrichtung zur Strömungswiderstandsreduktion eines Landfahrzeuges

(57) Es wird eine Vorrichtung zur Strömungswiderstandsreduktion eines Landfahrzeuges (1) mit mehreren auf einem gemeinsamen Träger (2) angeordneten, tragflächenprofilförmigen Vortexgeneratoren (3a,3b) beschrieben. Besonders günstige Strömungswiderstandsreduktionsbedingungen ergeben sich dadurch, dass der Träger (2) eine Befestigungsfläche (4) für die Oberfläche (5) eines Objektes aufweist, dass auf der der Befestigungsfläche (4) gegenüberliegenden Seite (6) des Trägers (2) auf dessen Symmetrieachse (7) ein Hauptvortexgenerator (3a) angeordnet ist und dass beiderseits des Hauptvortexgenerators (3a) wenigstens ein Nebenvortexgenerator (3b) vorgesehen ist, wobei die bezüglich des Hauptvortexgenerators (3a) symmetrisch gegenüberliegenden Nebenvortexgeneratoren (3b) unter Ausbildung eines Diffusors (9) in Hauptströmungsrichtung (8) divergent verlaufen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Strömungswiderstandsreduktion mit mehreren auf einem gemeinsamen Träger angeordneten, tragflächenprofilförmigen Vortexgeneratoren, wobei der Träger eine Befestigungsfläche für die Oberfläche eines Objektes aufweist, wobei auf der der Befestigungsfläche gegenüberliegenden Seite des Trägers auf dessen Symmetrieachse ein Hauptvortexgenerator angeordnet ist und wobei beiderseits des Hauptvortexgenerators wenigstens ein Nebenvortexgenerator vorgesehen ist. Die Vorrichtung kann zur Strömungswiderstandsreduktion in einem Fluid, daher in einem Gas oder in einer Flüssigkeit, eingesetzt werden. Besonders bevorzugt kann die Vorrichtung zur Strömungswiderstandsreduktion eines Landfahrzeuges eingesetzt werden.

[0002] Aus der WO2020148216A1 ist eine Vorrichtung zur Strömungswiderstandsreduktion eines Landfahrzeuges bekannt. Die Vorrichtung weist eine Vielzahl auf einem gemeinsamen Träger angeordnete Vortexgeneratoren auf, welche tragflächenprofilförmig ausgebildet sind. Die Vortexgeneratoren erzeugen beim vorbeiströmenden Luftstrom gezielt Turbulenzen, sodass der in Fahrtrichtung des Landfahrzeuges nachgelagerte Nachlauf im Heckbereich des Landfahrzeuges kleingehalten wird. Nachteilig daran ist allerdings, dass für die Applikation der Vorrichtung eigens dafür vorgesehene Montagesätze notwendig sind, sodass die Vorrichtung nur an dafür vorgesehenen Stellen beispielsweise im Heckbereich eines LKWs montiert werden können. Darüber hinaus muss die Vorrichtung in Ausrichtung und Dimension an das auszustattende Langfahrzeug angepasst werden.

[0003] GB2481640A zeigt eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff.

[0004] Aus EP2824320A1 sind divergent verlaufende Vortexgeneratoren zur Reduktion des Geräuschpegels von Rotorenblättern einer Windkraftanlage bekannt.

[0005] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs geschilderten Art vorzuschlagen, die unabhängig vom Landfahrzeugtyp universal eingesetzt werden kann, ohne dabei Einbußen hinsichtlich der Strömungswiderstandsreduktion zu bedingen.

[0006] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass die bezüglich des Hauptvortexgenerators symmetrisch gegenüberliegenden Nebenvortexgeneratoren unter Ausbildung eines Diffusors in Hauptströmungsrichtung divergent verlaufen.

[0007] Zufolge der erfindungsgemäßen Maßnahmen kann die Vorrichtung über ihre Befestigungsfläche an beliebigen Stellen eines Objektes, insbesondere eines Landfahrzeuges, auf einfache Art befestigt werden. Die Befestigungsfläche kann beispielsweise auf der Oberfläche aufgesetzt sein, oder aber in die Oberfläche des Objektes eingebunden sein, indem die Befestigungsfläche beispielsweise in eine Aussparung des Objektes eingesetzt ist. Insbesondere kann die Befestigungsfläche bündig in das Objekt eingebunden sein, sodass die Befestigungsfläche nicht aus der Oberfläche des Objektes vorragt. Erfindungsgemäß ist auf der Symmetrieachse des Trägers ein Hauptvortexgenerator und sind beiderseits des Hauptvortexgenerators Nebenvortexgeneratoren angeordnet. Die Nebenvortexgeneratoren, die bezüglich des Hauptvortexgenerators symmetrisch gegenüberliegen, verlaufen in Hauptströmungsrichtung divergent, wodurch sich zwischen den Nebenvortexgeneratoren ein Diffusor bildet. Es hat sich dabei überraschenderweise herausgestellt, dass durch den von den Nebenvortexgeneratoren gebildeten Diffusor, in dessen Symmetrieachse der Hauptvortexgenerator verläuft, der vorbeiströmende Luftstrom durch Verwirbelung in eine besonders stabile Strömung überführt wird, da sich die von jedem Vortexgenerator erzeugten Verwirbelungen zu einem gemeinsamen Sammelwirbel vereinen. Dieser Sammelwirbel zwingt den Luftstrom in einen sich in Hauptströmungsrichtung verjüngenden und vertikal nach unten geneigten Luftkegel, wodurch vor allem der strömungsabrissbedingte Nachlauf bzw. Totwasserbereich am Heck eines Landfahrzeuges und somit der Strömungswiderstand verkleinert werden kann. Zwar können grundsätzlich mehrere Paare von symmetrisch bezüglich des Hauptvortexgenerators divergent verlaufende Nebenvortexgeneratoren vorgesehen sein, jedoch ergibt sich eine besonders starke Strömungswiderstandsreduktion, wenn beiderseits des Haupt-

vortexgenerators genau ein Nebenvortexgenerator vorgesehen ist.

[0008] Besonders vorteilhafte Bedingungen hinsichtlich einer stabilen Erzeugung des Sammelwirbels ergeben sich, wenn der Träger symmetrisch ausgebildet ist. Praktikable Befestigungsbedingungen können erzeugt werden, wenn die Befestigungsfläche eine Haftfläche für die Oberfläche eines Objektes, insbesondere eines Landfahrzeuges, aufweist. Die Haftfläche kann von der Befestigungsfläche des Trägers selbst gebildet sein oder beispielsweise von einer weiteren zwischen dem Träger und der Fahrzeugoberfläche angeordneten Adapterplatte.

[0009] Grundsätzlich weisen alle Vortexgeneratoren eine tragflächenprofilförmige Form auf, wobei die Profilnasen der Vortexgeneratoren in Hauptströmungsrichtung den Profilhinterkanten vorgelagert sind. Besonders vorteilhafte Strömungsbedingungen ergeben sich, wenn die maximale Höhe des Hauptvortexgenerators niedriger als die maximale Höhe der Nebenvortexgeneratoren ist. Die maximale Höhe des Nebenvortexgenerators kann vorzugsweise im in Strömungsrichtung vorgelagerten ersten Drittel des Nebenvortexgenerators angeordnet sein. Die maximale Höhe des Hauptvortexgenerators kann im mittleren Drittel des Hauptvortexgenerators angeordnet sein. Die Profilnase des Nebenvortexgenerators kann einen kleineren Krümmungsradius als der Profilirücken aufweisen. Die Profilnase des Hauptvortexgenerators kann ebenfalls einen kleineren Krümmungsradius als der Profilirücken aufweisen. Der Krümmungsradius des Profilirückens des Nebenvortexgenerators kann größer sein als der Krümmungsradius des Profilirückens des Hauptvortexgenerators.

[0010] Zum Stabilisieren des Luftstroms über die gesamte Längsachse der Vorrichtung ist es vorteilhaft, wenn die Länge des Hauptvortexgenerators größer als die Länge der Nebenvortexgeneratoren ist. Vor allem, wenn die Nebenvortexgeneratoren in Hauptströmungsrichtung gegenüber dem Hauptvortexgenerator zurückversetzt auf dem Träger angeordnet sind, kann der Luftstrom in zwei Strömungsbereiche, jeweils zwischen einem Nebenvortexgenerator und dem Hauptvortexgenerator, eingeteilt werden, in denen sich zunächst unabhängig voneinander Verwirbelungen bilden, die sich im hinteren Bereich der Vorrichtung zu einem stabilen Luftkegel vermischen. Eine besonders stabile Vermischung ergibt sich, wenn die Nebenvortexgeneratoren auch entgegen der Hauptströmungsrichtung gegenüber dem Hauptvortexgenerator zurückversetzt auf dem Träger angeordnet sind. Dies bedeutet, dass die Nebenvortexgeneratoren den Hauptvortexgenerator weder vorne noch hinten überragen.

[0011] Um trotz einer einfachen Befestigung der Vorrichtung möglichst geringe trägerbedingte Strömungsverluste zu verursachen, wird vorgeschlagen, dass sich die Projektionsfläche des Trägers aus zwei bezüglich seiner Symmetrieachse symmetrisch zueinander ausgebildeten finnenförmigen Teilflächen zusammensetzt. Die finnenförmigen Teilflächen sind dabei so ausgestaltet, dass diese einen in Hauptströmungsrichtung gekrümmten, kreisbogenförmigen Anströmbereich ausbilden.

[0012] Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung kann die Erfindung an beliebigen Stellen, beispielsweise an der Motorhaube, am Heck, an den Seitenflächen, sowie an diversen Flächen eines Aufbaus angeordnet werden. Je nach Anordnung können unterschiedliche Ausrichtungen der Vortexgeneratoren auf dem Träger besonders günstige Strömungsbedingungen verursachen. Um unabhängig von der tatsächlichen Anordnung der Vorrichtung eine gleichmäßige Strömungswiderstandsreduktion erzielen zu können, wird vorgeschlagen, dass die Nebenvortexgeneratoren mit dem Hauptvortexgenerator einen Winkel von 5° bis 25° , insbesondere von 8° bis 18° , einschließen. Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass es bei diesen Winkeln sowohl bei einer Anordnung der Vorrichtung im Vorderbereich eines Landfahrzeuges als auch im Heckbereich eines Landfahrzeuges zu einer deutlichen Verbesserung des Strömungsverhaltens kommt.

[0013] Damit die Vorrichtung unabhängig von Witterungs- bzw. klimatischen Bedingungen über eine lange Dauer eingesetzt werden kann, empfiehlt es sich in einer besonders robusten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, dass der Träger, der Hauptvortexgenerator und die Nebenvortexgeneratoren aus einem Elastomer, insbesondere aus, PU-Schaum, Neopren, Gummi oder Synthesekautschuk gefertigt sind. Vorteilhafterweise können der Träger, der Haupt-

vortexgenerator und die Nebenvortexgeneratoren einstückig ausgebildet sein.

[0014] Zwar ist es grundsätzlich möglich, dass die Vorrichtung über ihre Haftfläche auf eine beliebige Stelle eines Landfahrzeuges aufgelegt und durch gängige Befestigungsmittel fixiert wird, jedoch ergeben sich besonders einfach handzuhabende Befestigungsbedingungen, wenn die Haftfläche des Trägers eine Klebeschicht aufweist.

[0015] Wird die Vorrichtung für ein Landfahrzeug mit einem Aufbau eingesetzt, ergeben sich vorteilhafte Strömungsbedingungen, auf der Deckfläche und an den gegenüberliegenden Seitenflächen des Aufbaus wenigstens eine Vorrichtung im Heckbereich vorgesehen ist. Zusätzlich können je nach Bauart des Landfahrzeuges Vorrichtungen auch im vorderen Bereich des Anhängers oder an der Fahrerkabine angeordnet sein.

[0016] In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

[0017] Fig. 1 eine Seitenansicht eines mit erfindungsgemäßen Vorrichtungen ausgestatteten Landfahrzeugs,

[0018] Fig. 2 eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Vorrichtung in vergrößertem Maßstab,

[0019] Fig. 3 eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0020] Fig. 4 eine schematische Seitenansicht des Nachlaufs im Heckbereich eines Anhängers eines Landfahrzeugs ohne erfindungsgemäße Vorrichtungen,

[0021] Fig. 5 eine schematische Seitenansicht des Nachlaufs im Heckbereich eines Anhängers eines Landfahrzeugs mit erfindungsgemäßen Vorrichtungen,

[0022] Fig. 6 eine schematische Draufsicht auf den Nachlauf im Heckbereich eines Anhängers eines Landfahrzeugs ohne erfindungsgemäße Vorrichtungen und

[0023] Fig. 7 eine schematische Draufsicht auf den Nachlauf im Heckbereich eines Anhängers eines Landfahrzeugs mit erfindungsgemäßen Vorrichtungen.

[0024] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Strömungswiderstandsreduktion eines Landfahrzeuges 1 weist, wie aus der Fig. 1 und insbesondere aus den Figs. 2 und 3 ersichtlich ist, einen Träger 2 auf, auf dem tragflächenprofilförmige Vortexgeneratoren 3a, 3b angeordnet sind. Der Träger 2 kann symmetrisch ausgebildet sein und kann eine Befestigungsfläche 4 mit einer Haftfläche aufweisen, welche vorzugsweise mit einer Klebeschicht versehen ist, für eine Oberfläche 5 des Landfahrzeuges 1 auf. Auf der der Befestigungsfläche 4 gegenüberliegenden Seite 6 des Trägers 2 ist ein Hauptvortexgenerator 3a vorgesehen welcher entlang der Symmetrieachse 7 des Trägers 2 verläuft. Beiderseits des Hauptvortexgenerators 3a ist je ein Nebenvortexgenerator 3b vorgesehen. Diese Nebenvortexgeneratoren 3b liegen sich bezüglich des Hauptvortexgenerators 3a bzw. der Symmetrieachse 7 symmetrisch gegenüber und bilden durch ihren zueinander divergenten Verlauf in Hauptströmungsrichtung 8 einen Diffusor 9 aus.

[0025] Wie in Fig. 3 dargestellt, ist die maximale Höhe 10 des Hauptvortexgenerators 3a niedriger als die maximale Höhe 11 der Nebenvortexgeneratoren 3b.

[0026] In Fig. 2 wird offenbart, dass die Länge 12 des Hauptvortexgenerators 3a größer als die Längen 13 der Nebenvortexgeneratoren sein kann. Insbesondere können die Nebenvortexgeneratoren 3b in Hauptströmungsrichtung 8 gegenüber dem Hauptvortexgenerator 3a zurückversetzt auf dem Träger 2 angeordnet sein. Damit solche Geometrien und Anordnungen auf dem Träger erfolgen können, ohne dabei trägerbedingte Strömungsverluste stark zu erhöhen, kann sich die Projektionsfläche des Trägers 2 aus zwei bezüglich seiner Symmetrieachse 7 symmetrisch zueinander ausgebildeten finnenförmigen Teilflächen 14 zusammensetzen.

[0027] Eine besonders gleichmäßige Strömungswiderstandsreduktion ergibt sich, wenn die Nebenvortexgeneratoren 3b mit dem Hauptvortexgenerator 3a einen Winkel α von 13° einschließen.

[0028] Figs. 4 und 5 zeigen eine Gegenüberstellung eines schematisch eingezeichneten Nachlaufs 15 eines Aufbaus 16 eines Landfahrzeuges 1 einmal ohne erfindungsgemäße Vorrichtungen (Fig. 4) und einmal mit je vier erfindungsgemäßen Vorrichtungen auf den Seitenflächen 17 und

auf der Deckfläche 18 des Aufbaus 16 (Fig. 5). Der schematisch eingezeichnete Nachlauf deutet das Ergebnis einer Strömungssimulationsberechnung an, aus der hervorgeht, dass der Nachlauf 15 des mit den erfindungsgemäßen Vorrichtungen ausgestatteten Aufbaus 16 im Heckbereich deutlich verkleinert ist, wodurch der Luftwiderstand des Landfahrzeugs 1 reduziert wird. Eine ähnliche Reduktion des Nachlaufs 15 des mit den erfindungsgemäßen Vorrichtungen ausgestatteten Aufbaus 16 ist auch aus der Draufsicht des Aufbaus 16 ersichtlich (Figs. 6 und 7). Dies wird erreicht, da jede Vorrichtung einen Sammelwirbel erzeugt, der den entlang des Aufbaus verlaufenden Luftstrom in einen sich in Hauptströmungsrichtung 8 verjüngenden und vertikal nach unten geneigten Luftkegel zwingt. Die im Rahmen der Strömungssimulation getätigten Berechnungen haben ergeben, dass durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen der nachlaufbedingte Strömungswiderstand um 37 % reduziert werden konnte. Für einen LKW, der auf einer Schnellstraße mit 100 km/h fährt, würde dies eine Einsparung von 2 bis 3 L Treibstoff je 100 km bedeuten.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Strömungswiderstandsreduktion mit mehreren auf einem gemeinsamen Träger (2) angeordneten, tragflächenprofilförmigen Vortexgeneratoren (3a,3b), wobei der Träger (2) eine Befestigungsfläche (4) für die Oberfläche eines Objektes aufweist, wobei auf der der Befestigungsfläche (4) gegenüberliegenden Seite (6) des Trägers (2) auf dessen Symmetrieachse (7) ein Hauptvortexgenerator (3a) angeordnet ist und wobei beiderseits des Hauptvortexgenerators (3a) wenigstens ein Nebenvortexgenerator (3b) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die bezüglich des Hauptvortexgenerators (3a) symmetrisch gegenüberliegenden Nebenvortexgeneratoren (3b) unter Ausbildung eines Diffusors (9) in Hauptströmungsrichtung (8) divergent verlaufen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Träger (2) symmetrisch ausgebildet ist und dass die Befestigungsfläche (4) eine Haftfläche für die Oberfläche (5) eines Objektes, insbesondere eines Landfahrzeuges (1), aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die maximale Höhe (10) des Hauptvortexgenerators (3a) niedriger als die maximale Höhe (11) der Nebenvortexgeneratoren (3b) ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge (12) des Hauptvortexgenerators (3a) größer als die Länge (13) der Nebenvortexgeneratoren (3b) ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nebenvortexgeneratoren (3b) in Hauptströmungsrichtung (8) gegenüber dem Hauptvortexgenerator (3a) zurückversetzt auf dem Träger (2) angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Projektionsfläche des Trägers (2) aus zwei bezüglich seiner Symmetrieachse (7) symmetrisch zueinander ausgebildeten finnenförmigen Teilflächen (12) zusammensetzt.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nebenvortexgeneratoren (3b) mit dem Hauptvortexgenerator (3a) einen Winkel (α) von 5° bis 25° , insbesondere von 10° bis 18° , einschließen.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Träger (2), der Hauptvortexgenerator (3a) und die Nebenvortexgeneratoren (3b) aus einem Elastomer, insbesondere aus, PU-Schaum, Neopren, Gummi und/oder Synthesekautschuk gefertigt sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Haftfläche (4) des Trägers (2) eine Klebeschicht zum Befestigen an einem Landfahrzeug (1) aufweist.
10. Landfahrzeug (1) mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9.
11. Landfahrzeug nach Anspruch 10, wobei das Landfahrzeug einen quaderförmigen Aufbau (16) aufweist und wobei auf der Deckfläche (18) und an den gegenüberliegenden Seitenflächen (17) des Aufbaus (16) wenigstens eine Vorrichtung im Heckbereich vorgesehen ist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

FIG.1

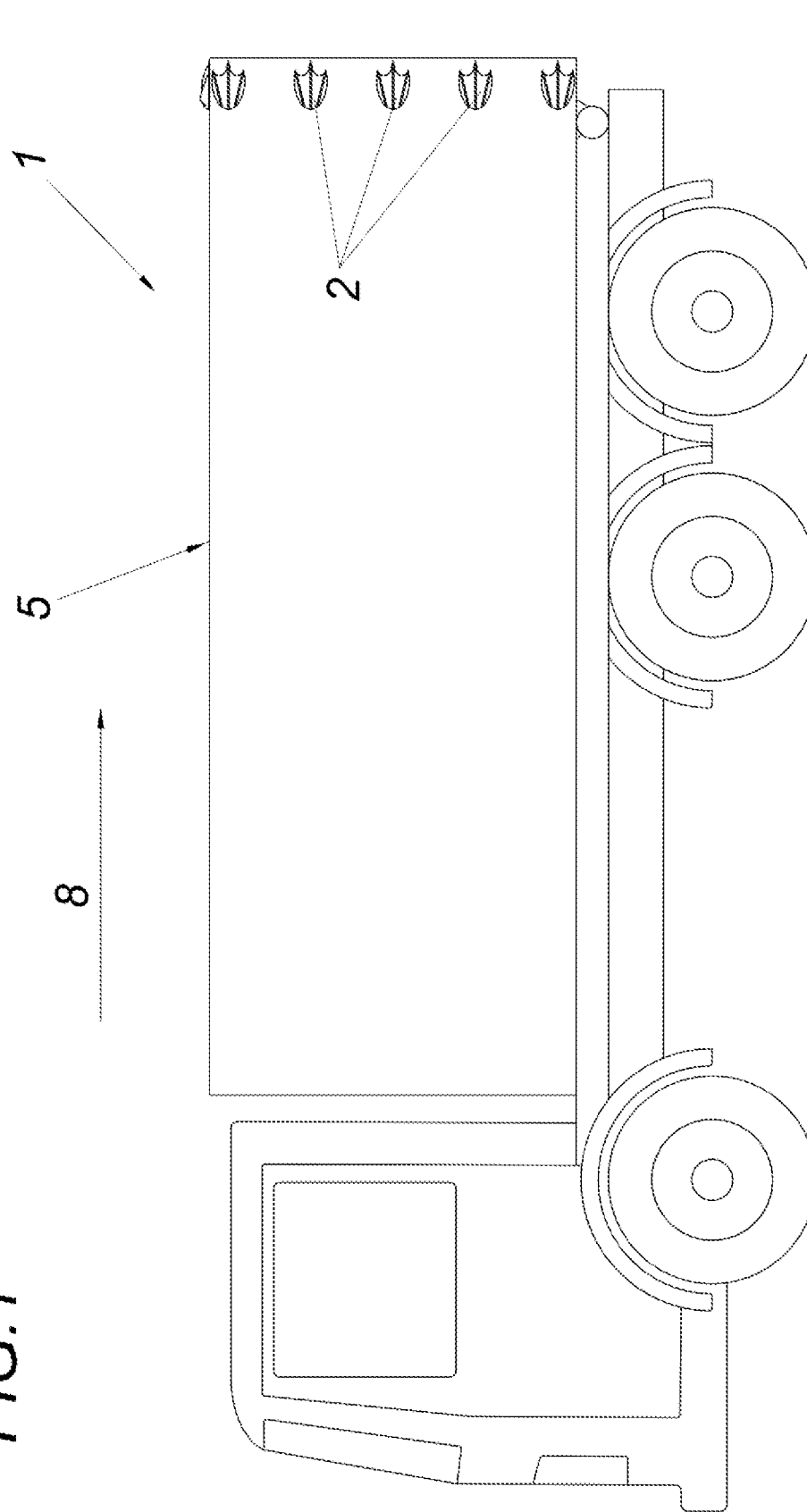


FIG.2

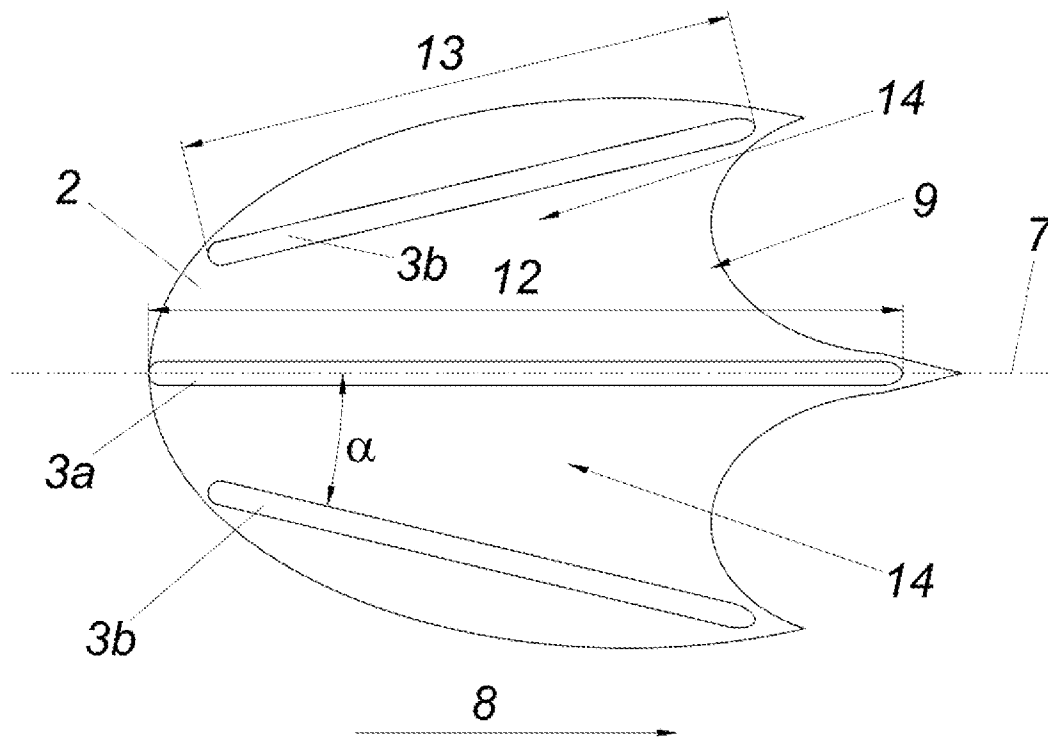


FIG.3

