



(10) **DE 10 2016 112 518 B4** 2021.03.11

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 112 518.0**
(22) Anmeldetag: **07.07.2016**
(43) Offenlegungstag: **11.01.2018**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **11.03.2021**

(51) Int Cl.: **G01M 99/00 (2011.01)**
G01M 17/007 (2006.01)
G01M 17/00 (2006.01)
G09B 23/00 (2006.01)
G09B 25/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
4activeSystems GmbH, Traboch, AT

(74) Vertreter:
**Dilg, Haeusler, Schindelmann
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80636 München,
DE**

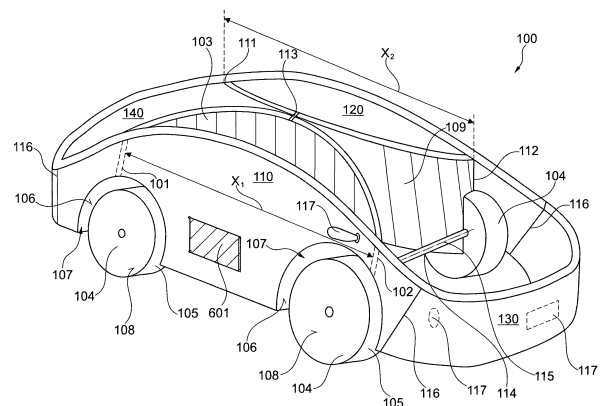
(72) Erfinder:
**Hafellner, Reinhard, Spielberg, AT; Fritz, Martin,
Kobenz, AT**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2013 214 936	A1
DE	10 2014 117 014	A1
DE	10 2015 117 358	A1
WO	2011/ 082 979	A2
WO	2013/ 070 153	A1

(54) Bezeichnung: **Dummy-Fahrzeug sowie Verfahren zum Durchführen von Tests für ein Fahrerassistenzsystem**

(57) Hauptanspruch: Dummy-Fahrzeug (100) zum Durchführen von Tests für ein Fahrerassistenzsystem, das Dummy-Fahrzeug (100) aufweisend ein verformbares erstes Außenpaneel (110), welches zumindest teilweise ein Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs (100) umgibt, und ein Öffnungselement (601), welches zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs (100) umgibt, wobei das Öffnungselement (601) und das erste Außenpaneel (110) eine selbsttragende Einheit bilden, wobei das Öffnungselement (601) lösbar mit dem ersten Außenpaneel (110) derart verbunden ist, dass bei Einwirken einer Aufprallkraft das Öffnungselement (601) vom ersten Außenpaneel (110) lösbar ist, sodass die selbsttragende Einheit auflösbar ist und eine Verformung des Fahrzeugs (100) bereitstellbar ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Dummy-Fahrzeug und ein Verfahren zum Durchführen von Tests für ein Fahrerassistenzsystem.

Hintergrund der Erfindung

[0002] In der modernen Fahrzeugtechnik kommen mehr und mehr Assistenzsysteme zum Einsatz, welche aktiv die Umgebung eines Fahrzeugs überwachen und passiv oder aktiv in die Steuerung des Fahrzeugs eingreifen. Assistenzsysteme müssen daher vollumfänglichen Tests unterzogen werden, um Fehleinschätzungen der Assistenzsysteme zu unterbinden.

[0003] Zum Testen von modernen Assistenzsystemen werden Kollisionen oder kollisionsnahe Situationen zwischen dem zu testenden Fahrzeug und einem Testobjekt, beispielsweise eine Fahrzeugattrappe oder ein Dummy, herbeigeführt. Für eine Kollision zwischen einem Fahrzeug und einem Testobjekt wird beispielsweise das Fahrzeug oder das Testobjekt an einer bestimmten Position ruhend angeordnet oder auch einer Plattform fahrend bewegt und der Kollisionspartner auf eine bestimmte Differenzgeschwindigkeit beschleunigt. Um eine realitätsnahe Kollisionssituation herbeizuführen, wie beispielsweise eine Kollision zweier Fahrzeuge oder eines Fahrzeugs mit einer Person im Straßenverkehr, wird das Fahrzeug wie auch das Testobjekt in Bewegung versetzt, um eine Kollision oder eine kollisionsnahe Situation zu erzeugen. Dabei können insbesondere Fahrerassistenzsysteme realitätsnah getestet werden.

[0004] DE 10 2014 117 014 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Simulation Unfallsituationen. Ein Dummy weist einen Körper auf. Der Körper weist beispielsweise eine fahrzeugähnliche Gestalt auf. Beispielsweise können Aufdrucke auf einer Hülle des Körpers aufgebracht werden. Der Körper kann insbesondere aufblasbar ausgebildet sein.

[0005] WO 2011/082 979 A2 offenbart eine Prüfvorrichtung zum Testen eines Tempomats (ACC) eines Fahrzeugs. An der Teststruktur sind Dämpfungskammern angeordnet, welche die äußere Gestalt eines Fahrzeugs (Kfz) aufweisen. Ferner ist ein Hohlraum vorgesehen, welcher eine definierte Öffnung aufweist, um Überdruck nach einer Kollision gezielt abzubauen. Ferner können beispielsweise Überdruckventile angeordnet werden, um nach einer Kollision dem inneren Druck aufzubauen.

[0006] WO 2013/070 153 A1 offenbart ein Dummy-Fahrzeug, welches aus einem Chassis besteht, dass entlang von Führungsschienen bewegt werden kann.

Ein Körper, welcher die Form eines Autos aufweist, kann über das Chassis gestülpt werden. Das Chassis weist darüber hinaus eine aufblasbare Struktur auf. Ferner können der Körper ebenfalls aufblasbar ausgestaltet sein, wobei der Druck in dem Körper geringer ist als der Druck in der aufblasbaren Struktur.

[0007] DE 10 2015 117 358 A1 offenbart ein Fahrrad, zum Durchführen von Tests für ein Fahrerassistenzsystem. Das Fahrzeug weist einen Grundkörper und zumindest eine Strebe auf, welche ausgebildet ist, ohne Einwirkung einer Aufprallkraft, welche bei Aufprall des Fahrzeugs mit einem Kollisionskörper erzeugbar ist, formstabil zu sein und bei Einwirken der Aufprallkraft elastisch verformbar zu sein. Die Strebe ist derart mit dem Grundkörper verbunden, dass bei Einwirken der Aufprallkraft die Strebe von dem Grundkörper zerstörungsfrei lösbar ist.

[0008] DE 10 2013 214 936 A1 offenbart ein System zum Erzeugen von Kollisionen oder kollisionsnahen Situationen zwischen einem Fahrzeug und einem Testobjekt. Das System weist eine Befestigungsplatte mit einem Koppelmechanismus auf, mittels welchem das Testobjekt lösbar auf der Befestigungsplatte koppelbar ist.

[0009] Zum Testen der Fahrerassistenzsysteme ist eine häufige Wiederholung der Tests notwendig. Gerade der Aufbau einer Fahrzeugattrappe bei wiederholten Testmanövern ist ein erheblicher Kostenfaktor bei solchen Tests für Fahrerassistenzsysteme. Eine Zerstörung der Fahrzeugattrappe bei Kollisionen verursacht somit Kosten, insbesondere bei häufiger Wiederholung von Kollisionsversuchen.

Darstellung der Erfindung

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Dummy-Fahrzeug bereitzustellen, welches für einen wiederholten Einsatz in Tests für Fahrerassistenzsysteme geeignet ist.

[0011] Diese Aufgabe wird mit einem Dummy-Fahrzeug zum Durchführen von Tests für Fahrerassistenzsysteme sowie mit einem Verfahren zum Durchführen von Tests für Fahrerassistenzsysteme mit einem Dummy-Fahrzeug gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst.

[0012] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Dummy-Fahrzeug (d.h. eine Fahrzeugattrappe bzw. Fahrzeug-Target) zum Durchführen von Tests (insbesondere Kollisionstests oder kollisionsnahe Tests) für ein Fahrerassistenzsystem beschrieben. Das Dummy-Fahrzeug weist ein (z.B. elastisch) verformbares erstes Außenpaneel, welches zumindest teilweise ein Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs umgibt, und ein Öffnungselement, welches zumindest teilweise das Innenvo-

lumen des Dummy-Fahrzeugs umgibt, wobei das Öffnungselement und das erste Außenpaneel eine selbsttragende Einheit bilden. Das Öffnungselement ist lösbar mit dem ersten Außenpaneel derart verbunden, dass bei Einwirken einer Aufprallkraft das Öffnungselement vom ersten Außenpaneel lösbar ist, sodass die selbsttragende Einheit auflösbar ist und eine Verformung des Fahrzeugs bereitstellbar ist.

[0013] Das Öffnungselement ist insbesondere derart lösbar mit dem ersten Außenpaneel derart verbunden, dass bei Erhöhung eines Luftdrucks im Innenvolumen oder aufgrund einer mechanischen Verformung aufgrund einer Aufprallkraft des Dummy-Fahrzeugs das Öffnungselement vom ersten Außenpaneel lösbar ist, sodass ein Druckausgleich zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs bereitstellbar ist.

[0014] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Durchführen von Tests für ein Fahrerassistenzsystem mit einem oben beschriebenen Dummy-Fahrzeug beschrieben.

[0015] Bei Tests für Fahrerassistenzsysteme werden beispielsweise ein Testfahrzeug mit einem Fahrerassistenzsystem getestet. Das Assistenzsystem weist beispielsweise Sensoren, wie beispielsweise Radarsensoren, auf, welche ein Hindernis, wie beispielsweise das oben beschriebene Dummy-Fahrzeug erkennen und entsprechend passiv oder aktiv mit dem Testfahrzeug kommunizieren. Bei solchen wird beispielsweise das Testfahrzeug auf eine Fahrzeugattrappe gemäß der vorliegenden Erfindung hin- und bewegt, wobei beide Fahrzeuge unterschiedliche Geschwindigkeiten aufweisen können. Bei Kollision des Testfahrzeugs mit der Fahrzeugattrappe entsteht eine Aufprallkraft. Das Testfahrzeug bewegt sich beispielsweise mit einer Geschwindigkeit von 10 km/h bis 100 km/h auf die Fahrzeugattrappe zu, sodass die entsprechende Aufprallkraft bei Kollision mit der Fahrzeugattrappe entsteht. Die Aufprallenergie, aus welcher die Aufprallkraft resultiert, kann beispielsweise in einem Bereich zwischen 10 kJ und 1000kJ liegen.

[0016] Die Fahrzeugattrappe gemäß der vorliegenden Erfindung ist beispielsweise ein Fahrzeug in der Form eines Personenkraftwagens oder eines Lastkraftwagens.

[0017] Das Testfahrzeug mit dem zu testen Assistenzsystem ist beispielsweise ein Kraftfahrzeug, ein PKW, ein Lkw oder ein Motorrad.

[0018] Das Dummy-Fahrzeug besteht aus mehreren Außenpaneelen, welche zusammen eine geschlossene Außenhülle des Dummy-Fahrzeugs beschreiben. Die Außenpaneele und das oder die Öffnungselement(e) umschließen ein Innenvolumen des Dum-

my-Fahrzeugs. Die Außenpaneele sind verformbar ausgebildet. Dies bedeutet, dass bei Aufprall des Dummy-Fahrzeugs mit einem anderen Testobjekt die Außenpaneele zerstörungsfrei verformt werden können. Ein Außenpaneel kann dabei an der Außenfläche, welche in Richtung der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs gerichtet ist, in einer gewünschten Wagenfarbe lackiert werden. Insbesondere kann, wie weiter unten beschrieben, ein Außenpaneel und das oder die Öffnungselement(e) aus einem Schichtverbund bestehen, wobei eine Außenschicht eine gewünschte lackierte, insbesondere durchgefärbte, Außenschicht des Außenpaneels oder des das Öffnungselements darstellt. Insbesondere können die Außenpaneele elastisch verformbar sein und sich somit nach einem Aufprall, in welchem die Außenpaneele elastisch verformt werden, zurück in die Ausgangslage verformen. Ferner können die Außenpaneele zur realitätsnahen Simulation einer Fahrzeugkarosserie Metallgewebe aufweisen, um die Materialeigenschaften einer metallischen Fahrzeugkarosserie realitätsnah zu simulieren. Dies ist beispielsweise relevant bei Testung von Fahrerassistenzsystem mit Radarsensoren. Ferner weisen die verformbaren Außenpaneele und das oder die Öffnungselement(e) eine ausreichende Steifigkeit auf, sodass kein Vibrieren bzw. Flattern der Paneele aufgrund eines Fahrtwindes oder aufgrund von Bodenwellen bei Bewegung des Dummy-Fahrzeugs entsteht.

[0019] Aufgrund der Verformung des Dummy-Fahrzeugs nach einem Aufprall öffnet sich das Öffnungselement und löst damit die selbsttragende Struktur des Dummy-Fahrzeugs auf. Durch Auflösung der selbsttragenden Struktur sind die einzelnen Komponenten des Dummy-Fahrzeugs, wie beispielsweise die Außenpaneele und die Öffnungselemente relativ zueinander bewegbar (verformbar). Insbesondere die Außenpaneele bleiben nach Auflösung der selbsttragenden Struktur miteinander verbunden und können sich aufgrund einer flexiblen Verbindung relativ zueinander verformen. Das Öffnungselement kann nach dem Öffnen mit einem Bereich an dem entsprechenden Außenpaneel befestigt bleiben oder sich völlig von den Außenpaneelen lösen.

[0020] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel sind das Außenpaneel und das Öffnungselement bzw. Paneel, insbesondere das Dachpaneel, derart gekoppelt, dass in einem geschlossenen Zustand, indem das Paneel und das Außenpaneel ein Druckausgleich zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs unterbinden, das Außenpaneel und das Paneel eine selbsttragende Struktur ausbilden, und dass in einem offenen Zustand, indem das Paneel und das Außenpaneel ein Druckausgleich zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Dummy-

Fahrzeugs bereitstellen, das Außenpaneel und das Paneel eine verformbare Struktur ausbilden.

[0021] Solange die selbsttragende Struktur aus Außenpaneelen und Öffnungselementen geschlossen ist, ist das Dummy-Fahrzeug formstabil und z.B. windbeständig. Durch die Kollisionsenergie führt die Kraft oder der Überdruck zur Öffnung des Öffnungselements und die Struktur wird weich, weil die Steifigkeit bzw. die Verformbarkeit der Außenpaneelen einzeln wirkt und die Außenpaneele und Öffnungselemente relativ zueinander verformbar sind. Es findet somit ein Übergang der Struktursteifigkeit (d.h. der selbsttragenden Einheit) zu deutlich weicherem Paneel(Schalen-)steifigkeit statt.

[0022] Aufgrund der Verformung der einzelnen Außenpaneele nach einem Aufprall verändert sich das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs, sodass es zu einem Überdruck oder einem Unterdruck kommen kann, welche Komponenten des Dummy-Fahrzeugs zerstören kann. Zudem kann ein entsprechender Unterdruck oder Überdruck die Simulationsergebnisse verfälschen, da eine Verformung der Außenpaneele relativ zueinander und des Öffnungselements unterdrückt werden, wenn kein Druckausgleich mit der Umgebung stattfindet. Aus diesem Grund ist das Öffnungselement derart lösbar mit dem Außenpaneel verbunden, dass eine solche Öffnung bereitgestellt wird. Bei Überschreiten beispielsweise eines Überdrucks von beispielsweise mehr als 0,01 bar bis 0,5 bar, löst sich das Öffnungselement, sodass eine Druckausgleichsverbinding zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs vorliegt. Somit wird insbesondere Beschädigungen aufgrund ungünstiger Druckverhältnisse im Innenvolumen reduziert. Das Öffnungselement Paneel kann neben einem Dachpaneel, welches ein Dach eines Dummy-Fahrzeugs bildet, ebenfalls ein Bodenpaneel oder ein Seitenpaneel des Dummy-Fahrzeugs darstellen.

[0023] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des Dummy-Fahrzeugs bildet das Öffnungselement ein Paneel, insbesondere ein Dachpaneel, aus. Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des Dummy-Fahrzeugs ist das Paneel verformbar (insbesondere elastisch verformbar) ausgebildet. Das Paneel kann beispielsweise aus dem unten beschriebenen Schichtverbund bestehen. Ferner kann das Paneel aus Kunststoff bestehen.

[0024] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist das Öffnungselement mit einem Sicherheitsreißverschluss gekoppelt ist. In einem Sicherheitsreißverschluss sind beispielsweise nach bestimmten Abständen kann, beispielsweise nach 50 Zentimeter, Unterbrechungselemente eingebracht, welche die Verzahnung des Reißverschluss stören. Somit kann eine gezielte Soll-Öffnung in dem Reißverschluss

integriert werden, sodass bei Vorliegens eines bestimmten Drucks in dem Innenvolumen dieser öffnet.

[0025] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist das Öffnungselement mit einem Klettverschluss, einem Sicherheitsreißverschluss, einer Knopfverbindung und/oder einer Hakenverbindung gekoppelt.

[0026] Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform weist das Dummy-Fahrzeug ein elastisch verformbares Stützpaneel auf, welches im Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs angeordnet ist. Das Stützpaneel weist einen ersten Koppelbereich und einen von dem ersten Koppelbereich beabstandeten zweiten Koppelbereich auf. Der erste Koppelbereich und der zweite Koppelbereich sind derart mit dem ersten Außenpaneel gekoppelt, dass bei Veränderung (insbesondere bei Verkürzung) eines ersten Abstands zwischen dem ersten Koppelbereich und dem zweiten Koppelbereich das Stützpaneel vorspannbar ist.

[0027] Gemäß dem Verfahren wird das Stützpaneel mittels Verändern (insbesondere mittels Verkürzens) des ersten Abstands zwischen dem ersten Koppelbereich und dem zweiten Koppelbereich aufgrund einer Verformung des ersten Außenpaneels durch eine Kollision des Dummy-Fahrzeugs mit einem Testobjekt vorgespannt. Aufgrund der Vorspannung des Stützpaneels wird eine Ausgangsform des ersten Außenpaneels und des Stützpaneels wiederhergestellt.

[0028] In dem Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs sind elastisch verformbare Stützpaneele angeordnet. Ein elastisch verformbares Stützpaneel ist an einem entsprechenden Außenpaneel befestigt. Dabei ist das Stützpaneel mit einem ersten Koppelbereich und einem, mit einem ersten Abstand beabstandeten zweiten Koppelbereich an dem Außenpaneel befestigt. Der erste Koppelbereich und der zweite Koppelbereich des elastisch verformbaren Stützpaneels bilden beispielsweise Kantenbereiche des Stützpaneels.

[0029] Die Stützpaneele und die Außenpaneele sind dabei derart ausgebildet, dass jedes der Paneele selbsttragend ausgebildet ist. Insbesondere sind die Außenpaneele und die Stützpaneele derart steif ausgebildet, dass diese im gegenseitigen Verbund die selbsttragende Einheit, d.h. das Dummy-Fahrzeug, ausbilden. Diese selbsttragende Einheit kann beispielsweise auf dem Boden aufgestellt werden, ohne dass es zu weiteren Verformungen kommt. Mit anderen Worten bleibt insbesondere im unbelasteten Zustand, in welchem das Dummy-Fahrzeug auf dem Boden aufsteht, der erste Abstand bzw. allgemein die Abstände zwischen den Koppelbereichen konstant.

[0030] Ferner kann der Bodenbereich des Dummy-Fahrzeugs offen gelassen werden oder mittels einem weiteren Bodenpaneel oder mit einem Gewebe abgedeckt werden, sodass das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs vollständig umhüllt ist.

[0031] Der Abstand zwischen dem ersten Koppelbereich und dem zweiten Koppelbereich ist der kürzeste Abstand zwischen den dichtest liegenden Punkten der beiden Koppelbereiche.

[0032] Unter dem Begriff „elastisch verformbar“ wird verstanden, dass die Stütz wand unter Einwirkung einer Aufprallkraft seine Form verändern kann und bei Wegfall der einwirkenden Aufprallkraft in ihre die Ursprungsform zerstörungsfrei zurückkehrt.

[0033] Das Stützpaneel ist dabei ein flächiges Element, welches eine deutlich größere Länge und Breite als Dicke aufweist. Das Stützpaneel kann beispielsweise in einer ebenen Fläche ausgebildet sein. Dies bedeutet, dass das Stützpaneel in einem unverformten und nicht vorgespannten Zustand innerhalb einer Ebene d.h. als gerades flächiges Element ausgebildet ist. In einer unten beschriebenen beispielhaften Ausführungsform kann das Stützpaneel in einem unverformten und nicht vorgespannten Zustand gewölbt vorliegen.

[0034] Das Stützpaneel kann beispielsweise aus in einer Sandwichbauweise oder als Schichtverbund, wie weiter unten detaillierter beschriebenen, ausgebildet sein. Das Stützpaneel besteht beispielsweise aus Kunststoff, insbesondere einem faserverstärkten, beispielsweise glasfaser- oder kohlefaserverstärktem, Kunststoff. Ferner kann das Stützpaneel aus einem Schaumstoff bestehen. Das Stützpaneel kann ein E-Modul von 0,01 bis 2 MPa aufweisen.

[0035] Bei einem Aufprall des Dummy-Fahrzeugs wirkt eine hohe Aufprallenergie auf die Außenpaneele. Diese beginnen sich zu verformen, um einerseits den Aufprallstoß abzufangen und andererseits um eine realitätsnahe Kollision mit realen Fahrzeugen zu simulieren. Aufgrund der Verformung der Außenpaneele verändern sich jeweils die Abstände (d.h. der erste Abstand wird verlängert oder verkürzt) zwischen dem ersten Koppelbereich und dem zweiten Koppelbereich. Dies führt wiederum zu einer Vorspannung des elastischen Stützpaneels. Nach dem Aufprall verformt sich das Stützpaneel zurück in seine Ausgangslage und drückt oder zieht den ersten Koppelbereich und den zweiten Koppelbereich in die Ursprungsform, sodass wiederum der erste Abstand zwischen dem ersten Koppelbereich und dem zweiten Koppelbereich vorliegt. Dabei wird wiederum das Außenpaneel in seine Ursprungsform gebracht und beispielsweise erneut gespannt.

[0036] Mit dem Dummy-Fahrzeug gemäß der vorliegenden Erfindung wird somit ein eine Fahrzeugattrappe geschaffen, welche einer Vielzahl von Kollisionsversuchen standhalten kann. Einerseits nehmen die verformbaren Außenpaneele und Stützpaneele eine Aufprallkraft auf und dämpfen diese aufgrund der Verformung der entsprechenden Paneele. Andererseits kann nach dem Aufprall, in welchen die Außenpaneele und Stützpaneele kurzzeitig verformt vorliegenden, diese zügig in die unverformte Ausgangsform zurück geformt werden, sodass die Fahrzeugattrappe für einen weiteren Test schnell wieder hergerichtet werden kann.

[0037] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel sind der erste Koppelbereich und der zweite Koppelbereich derart mit dem ersten Außenpaneel gekoppelt, dass bei Vorliegens des ersten Abstands das Stützpaneel in einer gewölbten Profilform vorliegt.

[0038] Unter einer gewölbten Profilform wird verstanden, dass das Stützpaneel nicht parallel d.h. entlang einer geraden Ebene verläuft, sondern dass ausschließlich die Kantenbereiche, in welchen beispielsweise die jeweiligen Koppelbereich ausgebildet sind, innerhalb einer gemeinsamen Ebene verlaufen, während ein Mittelbereich des Stützpaneels außerhalb dieser gemeinsamen Ebene verläuft. Eine gewölbte Profilform kann beispielsweise einen bestimmten Krümmungsradius aufweisen, welcher den Abstand zwischen der Ebene und dem Scheitelpunkt der gewölbten Profilform definiert. Bei Einsatz eines gewölbten Stützpaneels können homogenere Verformungseigenschaften eingestellt werden.

[0039] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das erste Außenpaneel eine Verbindungseinrichtung auf, in welcher der erste Koppelbereich oder der zweite Koppelbereich befestigbar ist. Die Verbindungseinrichtung kann beispielsweise eine lösbare Verbindungseinrichtung darstellen. Beispielsweise kann die Verbindungseinrichtung ein Reißverschlussystem, ein Knopfsystem oder ein Klettverschlussystem darstellen. Ferner können auch unlösbare Verbindungseinrichtungen bereitgestellt werden. Hierbei können beispielsweise Klebeverbindungen oder Schweißverbindungen als Verbindungseinrichtung eingesetzt werden.

[0040] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Verbindungseinrichtung als Aufnahmeöffnung, insbesondere als Schlitz, in dem ersten Außenpaneel derart ausgebildet, dass der erste Koppelbereich oder der zweite Koppelbereich in die Aufnahmeöffnung einsteckbar ist. In einer beispielhaften Ausführungsform bildet eine Kante des Stützpaneels einen Koppelbereich. Diese Kante kann beispielsweise in Schlitz, welcher in dem Außenpaneel ausgebildet ist, eingesteckt werden. Der Schlitz weist insbesondere eine Erstreckungsrichtung in das Außenpaneel hin-

ein auf, welche Erstreckungsrichtung nicht parallel zu einer Abstandsrichtung verläuft, entlang welcher der erste Abstand gemessen wird. Dies hat zur Folge, dass bei Veränderungen, insbesondere bei Vergrößerung ersten Abstands der entsprechenden Koppelbereiche, das Stützpaneel bzw. deren Koppelbereich nicht aus dem Schlitz herausgezogen werden kann. Bei Veränderung des Abstands wird somit eine entsprechende Verformungskraft von dem Außenpaneel auf den Koppelbereich und entsprechend auf das Stützpaneel übertragen.

[0041] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist der erste Koppelbereich und/oder der zweite Koppelbereich eine größere Paneeldicke auf als ein Paneelbereich des Stützpaneels zwischen dem ersten Koppelbereich und dem zweiten Koppelbereich. Somit wird die Robustheit des Stützpaneels erhöht, da insbesondere an den Koppelbereich in Kraftspitzen übertragen werden

[0042] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist das Stützpaneel derart ausgebildet, dass bei Vorliegen des ersten Abstands das Stützpaneel vorgespannt ist. Beispielsweise kann das Stützpaneel ein flächiges Element darstellen, welches entlang einer Ebene verläuft. Durch Verkürzen des Abstands der Koppelbereich wölbt sich das Stützpaneel. In diesem gewölbten Zustand können die Koppelbereiche an entsprechenden Verbindungseinrichtungen an dem Außenpaneel befestigt werden, sodass bereits bei Vorliegen des ersten Abstands zwischen dem ersten Koppelbereich und dem zweiten Koppelbereich das Stützpaneel vorgespannt vorliegt. Somit kann bereits im nicht belasteten Zustand der Stützpaneele zur Versteifung und Festigung des Außenpaneels beitragen, da aufgrund der Vorspannung das Stützpaneel beispielsweise versucht die Koppelbereiche auseinander zu drücken und somit ein Bereich des Außenpaneels zwischen den Koppelbereichen gespannt wird.

[0043] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Stützpaneel einen Auflagebereich zur Auflage auf einem Boden aufweist, wobei der Auflagebereich derart ausgebildet ist, dass eine Gewichtskraft des ersten Außenpaneels und des Stützpaneels auf den Boden übertragbar ist. Insbesondere das erste Außenpaneel ist derart ausgebildet, dass bei Auflage des Stützpaneels auf dem Boden das erste Außenpaneel frei von einer kraftübertragenden Kopplung mit dem Boden ist.

[0044] Der Auflagebereich wird beispielsweise durch eine untere Bodenkante des Stützpaneels gebildet. Beispielsweise kann an dem Auflagebereich ebenfalls Stellfüße angeordnet werden. Ferner kann der Auflagebereich Befestigungsmittel aufweisen, mittels welchen eine Verbindung beispielsweise zu einer verfahrbar Plattform zum Bewegen

des Dummy-Fahrzeugs geschaffen werden kann. Die Plattform kann freifahren und frei programmiert werden. Ferner kann die Plattform mittels einem Riemenantriebs angetrieben werden.

[0045] Der Auflagebereich wird insbesondere in einer Bodenebene ausgebildet. Im Gegensatz dazu, kann beispielsweise eine untere Kante des Außenpaneels einen Abstand zu dieser Bodenebene ausbilden, sodass eine Übertragung der Gewichtskraft auf die Bodenebene unterbunden wird. Entsprechend wird die gesamte Gewichtskraft das heißt die Gewichtskraft der Außenpaneele sowie der Stützpaneele über die Stützpaneele selbst in den Boden eingeleitet. Somit wird das Risiko reduziert, das die Außenpaneele sich aufgrund des Aufliegens auf einem Boden verformen.

[0046] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist das Außenpanel aus einem Schichtverbund ausgebildet. Der Schichtverbund weist insbesondere eine verformbare Schaumstoffschicht auf, welche mit einer Innenseite das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs zumindest teilweise umgibt. Zusätzlich oder alternativ weist der Schichtverbund insbesondere eine verformbare Außenschicht auf, welche an einer der Innenseite gegenüberliegende Außenseite der Schaumstoffschicht befestigt ist. Die verformbare Außenschicht ist insbesondere intransparent und reflektiert auftreffende Lichtwellen.

[0047] Die Schaumstoffschicht weist beispielsweise eine Dicke von 20 mm bis 100 mm und eine Dichte von 15 kg/m³ bis 60 kg/m³ auf. Bei einer Dicke von ungefähr 20 mm wird bevorzugt ein Schaumstoffmaterial mit einer Dichte von ungefähr 60 kg/m³ eingesetzt. Bei einer Dicke von ungefähr 100 mm wird bevorzugt ein Schaumstoffmaterial mit einer Dichte von ungefähr 15 kg/m³ eingesetzt.

[0048] Die Schaumstoffschicht kann beispielsweise aus Polyurethan bestehen. Ferner kann die Schaumstoffschicht mit Glasfasern oder Kohlefasern verstärkt werden. Die Schaumstoffschicht ist ferner verformbar ausgebildet. In einer beispielhaften Ausführungsform ist die Schaumstoffschicht insbesondere elastisch verformbar.

[0049] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist zwischen der Schaumstoffschicht und der Außenschicht eine Klebeschicht angeordnet ist. Die Klebeschicht ist beispielsweise aus einer Klebefolie gebildet, welche beispielsweise eine Schichtdicke von ungefähr 20 µm (Mikrometer) bis ungefähr 0,5 mm (Millimeter) aufweist. Die Dichte der Klebefolie beträgt beispielsweise ungefähr 0,9 kg/dm³ bis ungefähr 2,5 kg/dm³.

[0050] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist die Außenschicht einen Reflexionsgrad gegen-

über Licht mit einem Spektralbereich von 700nm bis 900 nm, insbesondere Infrarotlicht, zwischen 60% bis 80 % hat. In anderen Worten kann die Außenschicht Infrarotlicht zumindest zu 60% bis 80 % reflektieren. Somit können Infrarotsensoren des Fahrerassistenzsystems gemessen werden.

[0051] Die Außenpaneele werden beispielsweise mittels unten genau beschriebenen Verbindungsmitteln verbunden. Diese Verbindungsmittel sind in einer bevorzugten Ausführungsform an Randbereichen Außenschicht befestigt. Beispielsweise kann das Verbindungsmittel ein Reißverschlussystem, ein Knopfsystem oder ein Klettverschlussystem darstellen. Ferner können auch unlösbare Verbindungsmittel bereitgestellt werden. Hierbei können beispielsweise Klebeverbindungen oder Schweißverbindungen als Verbindungseinrichtung eingesetzt werden. Ferner kann das Verbindungsmittel ein Scharnier, beispielsweise aus Metall oder Kunststoff, eingesetzt werden, sodass sich die Außenpaneele relativ zueinander verschwenken können. Die Verbindungsmittel sind im allgemeinen derart ausgestaltet, dass bei einem Aufprall sich die Außenpaneele nicht voneinander lösen, jedoch relativ zueinander verformt, verschwenkt bzw. verbogen werden können.

[0052] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist der Schichtverbund ferner eine verformbare Funktionsschicht zwischen der Schaumstoffschicht und der Außenschicht auf. Die Funktionsschicht weist insbesondere eine beheizbare Schicht, eine Schicht aus Metallkomponenten, insbesondere aus metallischem Gewebe, und/oder einer Infrarotlicht-reflektierende Schicht aufweist.

[0053] Wird die Funktionsschicht beheizbar ausgeführt, so kann beispielsweise in dem Bereich eines Motorraums des Dummy-Fahrzeugs der Betrieb eines Motors bzw. dessen Wärmeabstrahlung simuliert werden. Wird ein metallisches Gewebe als Funktionsschicht in den Schichtverbund eingesetzt, wird somit die Radarreflektivität verbessert, so dass Radarsensoren des Fahrerassistenzsystems getestet werden können. Entsprechend können Infrarotsensoren des Fahrerassistenzsystems getestet werden, wenn die Funktionsschicht eine Infrarotlicht-reflektierende Schicht aufweist. Ein Schichtverbund kann beispielsweise eine Funktionsschicht oder eine Vielzahl von Funktionsschichten mit den oben aufgeführten verschiedenen Funktionen aufweisen.

[0054] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das erste Außenpaneel einen Radabschnitt auf, wobei der Radabschnitt eine rund verlaufende Nut aufweist, welche einen Radabschnitt des ersten Außenpaneels von einem, den Radabschnitt umgebenden Abschnitt des ersten Außenpaneels abgrenzt.

[0055] Der Radabschnitt grenzt sich somit mittels der Nut von dem umgebenen Abschnitt des Außenpaneels ab. Der Radabschnitt kann ein integraler Bestandteil des Außenpaneels darstellen, und beispielsweise mittels Fräsens der Nut hergestellt werden. Alternativ kann der Radabschnitt ein separates Element darstellen und an dem Außenpaneel befestigt werden. Der Radabschnitt kann beispielsweise eine Zylinderform aufweisen, und als separates Bauteil an das Außenpaneel befestigt werden. An einem entsprechenden Außenpaneel kann ein Radabschnitt oder eine Vielzahl von Radabschnitten ausgebildet werden.

[0056] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist der Radabschnitt eine Umfangsfläche und der umgebene Abschnitt eine Eingrenzfläche auf, wobei die Umfangsfläche und die Eingrenzfläche gegenüberliegen und mittels der Nut voneinander beabstandet sind. Die Eingrenzfläche weist insbesondere eine metallische Oberflächenschicht und die Umfangsfläche insbesondere eine lichtabsorbierende Oberflächenschicht, insbesondere eine gummierte Oberflächenschicht, auf. Die Eingrenzfläche des Außenpaneels bildet somit einen Radkasten des Dummy-Fahrzeugs aus. Die Umfangsfläche bildet somit die Reifenfläche des Radabschnitts aus.

[0057] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist der Radabschnitt eine Außenfläche auf, wobei die Außenfläche eine weitere metallische Oberflächenschicht aufweist. Die weitere metallische Oberflächenschicht weist ein Muster, insbesondere indikativ für eine Anordnung von Felgenspeichen, auf. Die Außenfläche ist insbesondere diejenige Fläche, welche sich der Umfangsfläche des Radabschnitts anschließt. Die Außenfläche kann einen radial äußeren Randbereich aufweisen, welcher ein Licht absorbierendes Material, insbesondere eine gummierte Schicht, aufweist. Im Zentrum der Außenfläche, welches von dem radial äußeren Randbereich umgeben ist, ist beispielsweise die metallische Oberflächenschicht ausgebildet. Das Muster der metallischen Oberflächenschicht ist indikativ für ein Speichenmuster einer realen Felge. Insbesondere kann das Zentrum der Außenfläche mittels eines austauschbaren Metallzylinders, welcher beispielsweise eine Radfelge eines Dummy-Fahrzeugs ausbildet, ausgebildet werden.

[0058] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der Radabschnitt drehbar relativ zu dem ersten Außenpaneel ausgebildet ist. Beispielsweise kann hierfür ein Antriebsmotor angeordnet werden, welcher den Radabschnitt dreht. Ferner kann der Radabschnitt bewegt werden, indem das Dummy-Fahrzeug entlang des Bodens verfahren wird und der Radabschnitt Kontakt zu einer Bodenfläche hat. Somit können die Radarsensoren des Fahrerassistenzsystems Mikrodopplereffekte des drehenden Radab-

schnitts messen. Dies verbessert die Realitätstreue der Simulation des Dummy-Fahrzeugs.

[0059] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Dummy-Fahrzeug ferner ein verformbares zweites Außenpaneel, welches zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs umgibt, auf. Das Öffnungselement, das erste Außenpaneel und das zweite Außenpaneel bilden die selbsttragende Einheit, wobei das Öffnungselement lösbar mit dem zweiten Außenpaneel derart verbunden ist, dass bei Einwirken einer Aufprallkraft das Öffnungselement vom zweiten Außenpaneel lösbar ist, sodass die selbsttragende Einheit auflösbar ist und eine Verformung des Fahrzeugs bereitstellbar ist.

[0060] Nach dem Test/Crash bleibt eine weitgehend zusammenhängende Gesamtstruktur zumindest zwischen dem ersten Außenpaneel und dem zweiten Außenpaneel erhalten. Zum Wiederaufstellen des Dummy-Fahrzeugs müssen lediglich die Öffnungselemente wieder geschlossen werden und die Außenpaneele relativ zueinander ausgerichtet werden, wodurch ein erheblicher zeitlicher Vorteil bei der Umsetzung von wiederholten Tests geboten wird.

[0061] Gemäß einer weiteren beispielhaft Ausführungsform weist das Dummy-Fahrzeug ein weiteres Stützpaneel auf, welches im Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs angeordnet ist. Das weitere Stützpaneel weist einen weiteren ersten Koppelbereich und einen von dem weiteren ersten Koppelbereich beabstandeten weiteren zweiten Koppelbereich auf. Der weitere erste Koppelbereich und der weitere zweite Koppelbereich sind derart mit dem zweiten Außenpaneel gekoppelt, dass bei Veränderung eines zweiten Abstands zwischen dem weiteren ersten Koppelbereich und dem weiteren zweiten Koppelbereich das weitere Stützpaneel vorspannbar ist.

[0062] Mit dem oben aufgeführten Ausführungsbeispiel wird verdeutlicht, dass eine Vielzahl weiterer Außenpaneele mit entsprechenden Stützpaneelen ein Innenvolumen umgeben können und somit das Dummy-Fahrzeug ausbilden können. Beispielsweise ist das Außenpaneel eine linke Karosseriehälfte und das zweite Außenpaneel eine rechte Karosseriehälfte des Dummy-Fahrzeugs. Das zweite Außenpaneel kann dieselben Ausführungsbeispiele bzw. Merkmale aufweisen wie das oben beschriebene erste Außenpaneel. Ferner kann das weitere Stützpaneel dieselben Merkmale aufweisen wie das oben beschriebene Stützpaneel. Alternativ kann entsprechend das erste Außenpaneel eine komplette Fahrzeugkarosserie nachbilden, ohne dass das erste Außenpaneel in weiterer Außenpaneele trennbar ist.

[0063] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel sind das Stützpaneel und das weitere Stützpaneel in einem Koppelabschnitt miteinander befestigt. Bei-

spielsweise kann das Stützpaneel und das weitere Stützpaneel mit einer lösbaren Verbindung an einem Koppelabschnitt befestigt werden. Der Koppelabschnitt bildet einen Abschnitt aus, in welchem sich die Stützpaneele beispielsweise berühren. In diesem Koppelabschnitt kann beispielsweise mittels einer Schnurverbindung, einer Klettstoffverbindung oder einer Knopfverbindung die Stützpaneele miteinander befestigt werden.

[0064] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Dummy-Fahrzeug eine Versteifungsstrebe auf, wobei die Versteifungsstrebe zwischen dem ersten Außenpaneel und dem zweiten Außenpaneel derart befestigt ist, dass eine Druckkraft auf die Versteifungsstrebe übertragbar ist. Die Versteifungsstrebe kann somit einem minimalen Abstand zwischen zwei Außenpaneeelen absichern. Ferner dient die Versteifungsstrebe zur Versteifung des Fahrzeuges sodass dieses robuster ist und eine selbsttragende Einheit ausgebildet. Die Versteifungsstrebe kann beispielsweise eine Metallstrebe oder eine faserverstärkte Kunststoffstrebe ausbilden.

[0065] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Versteifungsstrebe zwischen zwei gegenüberliegenden Radabschnitten gegenüber liegender Außenpaneele angeordnet. Die Versteifungsstrebe verläuft somit entlang einer gedachten Radachse des Dummy-Fahrzeugs.

[0066] Die Versteifungsstrebe kann ferner mittels einer Befestigungseinrichtung an einem Boden bzw. an einer verfahrbar Plattform befestigt werden.

[0067] Beispielsweise kann die Befestigungseinrichtung eine Magnetbefestigung, einen Klettverschluss oder einen Hakenmechanismus ausbilden.

[0068] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist zumindest das erste Außenpaneel oder das zweite Außenpaneel eine Aufnahmeöffnung auf, in welcher die Versteifungsstrebe lösbar einsteckbar ist. Die Aufnahmeöffnung ist dabei derart ausgebildet, dass die Versteifungsstrebe hineingeschoben werden kann und in einer gewissen Tiefe der Aufnahmeöffnung, beispielsweise an einem Anschlag, ansteht. Lösen sich die Außenpaneele voneinander aufgrund eines Aufpralls, bzw. erhöht sich der Abstand zwischen den beiden Außenpaneeelen, so rutscht die Versteifungsstrebe aus der Aufnahmeöffnung hinaus und eine entsprechende weitere Verformung der Außenpaneele wird ermöglicht.

[0069] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Dummy-Fahrzeug ein Zugelement, insbesondere ein elastisches Zugelement, auf, wobei das Zugelement mit dem ersten Außenpaneel und/oder dem zweiten Außenpaneel und der Versteifungsstrebe derart befestigt ist, dass das Zugelement Zug-

kräfte zwischen dem ersten Außenpaneel und/oder dem zweiten Außenpaneel einerseits und der Versteifungsstrebe andererseits überträgt. Beispielsweise ist die Versteifungsstrebe als Hohlprofil ausgebildet, wobei das Zugelement im Inneren des Hohlprofils verläuft. Das Zugelement kann beispielsweise eine elastische Schnur, wie beispielsweise einen elastischen Expander, darstellen. Somit können sich beispielsweise die Außenpaneele von der Versteifungsstrebe bei einem Aufprall entfernen, so dass sich die Versteifungsstrebe von dem ansprechenden Außenpaneel löst, jedoch wird eine bleibende Verbindung zwischen der Versteifungsstrebe und dem Außenpaneel über das Zugelement gesichert. Somit ist das Wiederzusammensetzen des Dummy-Fahrzeugs in den Ausgangszustand einfacher, da die Versteifungsstrebe sich nicht willkürlich von dem entsprechenden Außenpaneel löst.

[0070] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel weist das Dummy-Fahrzeug ein verformbares drittes Außenpaneel, welches zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs umgibt. Das dritte Außenpaneel ist mit dem ersten Außenpaneel und dem zweiten Außenpaneel verbunden, wobei das dritte Außenpaneel insbesondere einen Frontbereich des Dummy-Fahrzeugs ausbildet.

[0071] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ein verformbares viertes Außenpaneel, welches zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs umgibt. Das vierte Außenpaneel ist mit dem ersten Außenpaneel und dem zweiten Außenpaneel verbunden, wobei das vierte Außenpaneel insbesondere einen Heckbereich des Dummy-Fahrzeugs ausbildet.

[0072] Das dritte und vierte Außenpaneel können dieselben Merkmalen Ausgestaltungen aufweisen wie die oben beschriebenen ersten und zweiten Außenpaneele. Dabei können die dritten und vierten Außenpaneele mit entsprechenden Stützpaneelen befestigt und versteift werden. Alternativ können die dritten und vierten Außenpaneele ohne Kopplung zu einem Stützpaneel angeordnet werden. Beispielsweise wird das dritte Außenpaneel und das vierte Außenpaneel zwischen dem ersten und zweiten Außenpaneel verbunden. Das dritte Außenpaneel kann beispielsweise einen vorderen Bereich, beispielsweise eine Stoßstange, eines Dummy-Fahrzeugs ausbilden. Das vierte Außenpaneel weist beispielsweise einen Heckbereich, beispielsweise eine hintere Stoßstange, eines Dummy-Fahrzeugs aus.

[0073] Es wird darauf hingewiesen, dass die hier beschriebenen Ausführungsformen lediglich eine beschränkte Auswahl an möglichen Ausführungsvarianten der Erfindung darstellen. So ist es möglich, die Merkmale einzelner Ausführungsformen in geeigneter Weise miteinander zu kombinieren, so dass für

den Fachmann mit den hier expliziten Ausführungsvarianten eine Vielzahl von verschiedenen Ausführungsformen als offensichtlich offenbart anzusehen sind. Insbesondere sind einige Ausführungsformen der Erfindung mit Vorrichtungsansprüchen und andere Ausführungsformen der Erfindung mit Verfahrensansprüchen beschrieben. Dem Fachmann wird jedoch bei der Lektüre dieser Anmeldung sofort klar werden, dass, sofern nicht explizit anders angegeben, zusätzlich zu einer Kombination von Merkmalen, die zu einem Typ von Erfindungsgegenstand gehören, auch eine beliebige Kombination von Merkmalen möglich ist, die zu unterschiedlichen Typen von Erfindungsgegenständen gehören.

Figurenliste

[0074] Im Folgenden werden zur weiteren Erläuterung und zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Dummy-Fahrzeugs gemäß einer beispielhaften Ausführungsform ohne Darstellung eines Dachpaneels,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf ein Dummy-Fahrzeug gemäß **Fig. 1** im unverformten Zustand,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf ein Dummy-Fahrzeug gemäß **Fig. 1** im verformten Zustand

Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung von gegenüberliegenden Radabschnitten gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Schichtverbunds gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Dummy-Fahrzeugs bei einer Befestigung eines Dachpanels gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Dummy-Fahrzeugs einschließlich eines Dachpaneels gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und

Fig. 8 eine schematische Darstellung des Dummy-Fahrzeugs aus **Fig. 7** im verformten Zustand.

Detaillierte Beschreibung von exemplarischen Ausführungsformen

[0075] Gleiche oder ähnliche Komponenten in unterschiedlichen Figuren sind mit gleichen Bezugszif-

fern versehen. Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch.

[0076] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Dummy-Fahrzeugs **100** zum Durchführen von Tests für ein Fahrerassistenzsystem gemäß einer beispielhaften Ausführungsform ohne Darstellung eines Dachpaneels **601** (siehe hierzu Fig. 6). Das Dummy-Fahrzeug **100** weist ein verformbares erste Außenpaneel **110**, welches zumindest teilweise ein Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100** umgibt, und ein Öffnungselement **601** auf, welches zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100** umgibt, wobei das Öffnungselement **601** und das erste Außenpaneel **110** eine selbsttragende Einheit bilden. Das Öffnungselement **601** ist lösbar mit dem ersten Außenpaneel **110** derart verbunden, dass bei Einwirken einer Aufprallkraft das Öffnungselement **601** vom ersten Außenpaneel **110** lösbar ist, sodass die selbsttragende Einheit auflösbar ist und eine Verformung des Fahrzeugs bereitstellbar ist.

[0077] Ferner weist das Dummy-Fahrzeug **100** ein elastisch verformbares Stützpaneel **103**, welches im Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100** angeordnet ist, auf. Das Stützpaneel **103** weist einen ersten Koppelbereich und einen von dem ersten Koppelbereich beabstandeten zweiten Koppelbereich **102** auf. Der erste Koppelbereich **101** und der zweite Koppelbereich **102** sind derart mit dem ersten Außenpaneel **110** gekoppelt, dass das Stützpaneel **103** in einer gewölbten Profilform vorliegt, so dass bei Veränderung eines ersten Abstands zwischen dem ersten Koppelbereich **101** und dem zweiten Koppelbereich **102** das Stützpaneel **103** vorspannbar ist.

[0078] Das Dummy-Fahrzeug **100** besteht aus mehreren Außenpaneelen **110**, **120**, **130**, **140**, **601** welche zusammen eine geschlossene Außenhülle des Dummy-Fahrzeugs beschreiben. Die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140**, **601** umschließen ein Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100**. Die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140**, **601** sind verformbar ausgebildet. Dies bedeutet, dass bei Aufprall des Dummy-Fahrzeugs **100** mit einem anderen Testobjekt die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140**, **601** zerstörungsfrei verformt werden können. Ein Außenpaneel **110**, **120**, **130**, **140**, **601** kann dabei an der Außenfläche, welche in Richtung der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs **100** gerichtet ist, in einer gewünschten Wagenfarbe lackiert werden. Insbesondere können die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140**, **601** elastisch verformbar sein und sich somit nach einem Aufprall, in welchem die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140**, **601** elastisch verformt werden, zurück in die Ausgangslage verformen. Ferner können die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140**, **601** zur realitätsnahen Simulation einer Fahrzeugkarosserie Metallgewebe aufweisen, um die Materialeigenschaften einer metallischen Fahrzeugkarosserie realitätsnah zu simulie-

ren. Ferner weisen die verformbaren Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140**, **601** eine ausreichende Steifigkeit auf, sodass kein Vibrieren bzw. Flattern der Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140**, **601** aufgrund von einem Fahrtwindes oder aufgrund von Bodenwellen bei Bewegung des Dummy-Fahrzeugs **100** entsteht.

[0079] Das Dummy-Fahrzeug weist ein weiteres elastisch verformbares Stützpaneel **109** auf, welches im Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100** angeordnet ist, und ein verformbares zweites Außenpaneel **120**, welches zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100** umgibt, auf. Das weitere Stützpaneel **109** weist einen weiteren ersten Koppelbereich **111** und einen von dem weiteren ersten Koppelbereich **111** beabstandeten zweiten Koppelbereich **112** auf. Der weitere erste Koppelbereich **111** und der weitere zweite Koppelbereich **112** sind derart mit dem zweiten Außenpaneel **120** gekoppelt, dass bei Veränderung eines zweiten Abstands $x2$ zwischen dem weiteren ersten Koppelbereich **111** und dem weiteren zweiten Koppelbereich **112** das weitere Stützpaneel **109** vorspannbar ist.

[0080] Das Außenpaneel **110** bildet eine linke Karosseriehälfte und das zweite Außenpaneel **120** bildet eine rechte Karosseriehälfte des Dummy-Fahrzeugs **100**.

[0081] Das Stützpaneel **103** und das weitere Stützpaneel **109** sind in einem Koppelabschnitt **113** miteinander befestigt. Der Koppelabschnitt **113** bildet einen Abschnitt aus, in welchem sich die Stützpaneele **103**, **109** beispielsweise berühren. In diesem Koppelabschnitt **113** kann beispielsweise mittels einer Schnurverbindung die Stützpaneele **103**, **109** miteinander befestigt werden.

[0082] Ein verformbares drittes Außenpaneel **130** umgibt zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100**. Das dritte Außenpaneel **130** ist mit dem ersten Außenpaneel **110** und dem zweiten Außenpaneel **120** verbunden, wobei das dritte Außenpaneel **130** einen Frontbereich des Dummy-Fahrzeugs **100** ausbildet.

[0083] Ein verformbares viertes Außenpaneel **140** umgibt zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100**. Das vierte Außenpaneel **140** ist mit dem ersten Außenpaneel **110** und dem zweiten Außenpaneel **120** verbunden, wobei das vierte Außenpaneel **140** insbesondere einen Heckbereich des Dummy-Fahrzeugs **100** ausbildet.

[0084] Die elastisch verformbaren Stützpaneele **103**, **109** sind an einem entsprechenden Außenpaneel **110**, **120** befestigt. Dabei ist das Stützpaneel **103** mit einem ersten Koppelbereich **101** und einem, mit einem ersten Abstand $x1$ beabstandeten zweiten Koppelbereich **102** an dem Außenpaneel **110** befes-

tigt. Der erste Koppelbereich **101** und der zweite Koppelbereich **102** des elastisch verformbaren Stützpaneels **103** bilden beispielsweise Kantenbereiche des Stützpaneels **103**.

[0085] Die Stützpaneele **103**, **109** und die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140** sind selbsttragend ausgebildet. Insbesondere sind die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140** und die Stützpaneele **103**, **109** derart steif ausgebildet, dass diese im gegenseitigen Verbund eine selbsttragende Einheit, d.h. das Dummy-Fahrzeug **100**, ausbilden. Das Dummy-Fahrzeug **100** kann beispielsweise auf dem Boden aufgestellt werden, ohne dass es zu weiteren Verformungen kommt. Mit anderen Worten bleibt insbesondere im unbelasteten Zustand, in welchem das Dummy-Fahrzeug **100** auf dem Boden aufsteht, der erste Abstand bzw. allgemein die Abstände x_1 , x_2 zwischen den Koppelbereichen **101**, **102**, **111**, **112** konstant. Das Stützpaneel **103**, **109** ist dabei ein flächiges Element.

[0086] Der erste Koppelbereich **101** und der zweite Koppelbereich **103** sind derart mit dem ersten Außenpaneel **110** gekoppelt, dass bei Vorliegens des ersten Abstands x_1 das Stützpaneel **103** in einer gewölbten Profilform vorliegt. Entsprechend liegt das weitere Stützpaneel **109** bei Abstand x_2 in einer gewölbten Profilform vor.

[0087] Die Außenpaneele **110**, **120** werden beispielsweise Verbindungsmitteln **116** verbunden. Diese Verbindungsmitteln **116** sind in einer bevorzugten Ausführungsform an Randbereichen der Außenfläche **502** (siehe **Fig. 5**) befestigt.

[0088] Das erste Außenpaneel **110** und das zweite Außenpaneel **120** weisen Radabschnitte **104** auf. Ein Radabschnitt **104** weist eine rund verlaufende Nut **107** auf, welche einen Radabschnitt **104** z.B. des ersten Außenpaneels **110** von einem, den Radabschnitt **104** umgebenden Abschnitt des ersten Außenpaneels **110** abgrenzt.

[0089] Der Radabschnitt **104** grenzt sich somit mittels der Nut **107** von dem umgebenen Abschnitt des Außenpaneels **110**, **120** ab. Der Radabschnitt **104** kann ein integraler Bestandteil des Außenpaneels **110**, **120** darstellen, und beispielsweise mittels FräSENS der Nut **107** hergestellt werden. Alternativ kann der Radabschnitt **104** ein separates Element darstellen und an dem Außenpaneel **110**, **120** befestigt werden. An einem entsprechenden Außenpaneel **110**, **120** kann ein Radabschnitt **104** oder eine Vielzahl von Radabschnitten **140** ausgebildet werden.

[0090] Der Radabschnitt weist eine Umfangsfläche **105** und der umgebenen Abschnitt eine Eingrenzfläche **106** auf. Die Umfangsfläche **105** und die Eingrenzfläche **106** sind gegenüberliegen und mittels der Nut **107** voneinander beabstandet. Die Eingrenz-

fläche **106** weist insbesondere eine metallische Oberflächenschicht und die Umfangsfläche **105** insbesondere eine lichtabsorbierende Oberflächenschicht, insbesondere eine gummierte Oberflächenschicht, auf. Die Eingrenzfläche **106** des Außenpaneels **110**, **120** bildet somit einen Radkasten des Dummy-Fahrzeugs **100** aus. Die Umfangsfläche **105** bildet somit die Reifenfläche des Radabschnitts **104** aus.

[0091] Der Radabschnitt **104** weist eine Außenfläche **108** auf, wobei die Außenfläche **108** eine weitere metallische Oberflächenschicht aufweist. Die weitere metallische Oberflächenschicht weist ein Muster, insbesondere indikativ für eine Anordnung von Felgenspeichen, auf. Die Außenfläche **108** ist insbesondere diejenige Fläche, welche sich der Umfangsfläche **105** des Radabschnitts **104** anschließt. Die Außenfläche **108** kann einen radial äußeren Randbereich aufweisen, welcher ein Licht absorbierendes Material, insbesondere eine gummierte Schicht, aufweist. Im Zentrum der Außenfläche **108**, welches von dem radial äußeren Randbereich umgeben ist, ist beispielsweise die metallische Oberflächenschicht ausgebildet. Das Muster der metallischen Oberflächenschicht ist Indikativ für ein Speichenmuster einer realen Felge. Insbesondere kann das Zentrum der Außenfläche **108** mittels eines austauschbaren Metallzylinders, welcher beispielsweise eine Radfelge eines Dummy-Fahrzeugs ausbildet, ausgebildet werden.

[0092] Der Radabschnitt kann drehbar relativ zu dem Außenpaneel **110**, **120** ausgebildet sein.

[0093] Das Dummy-Fahrzeug **100** weist ferner eine Versteifungsstrebe **114** auf, wobei die Versteifungsstrebe **114** zwischen dem ersten Außenpaneel **110** und dem zweiten Außenpaneel **120** derart befestigt ist, dass eine Druckkraft auf die Versteifungsstrebe übertragbar ist. Die Versteifungsstrebe **114** kann somit einem minimalen Abstand zwischen zwei Außenpaneelen **110**, **120** absichern. Ferner dient die Versteifungsstrebe **114** zur Versteifung des Dummy-Fahrzeugs, sodass dieses robuster ist und eine selbsttragende Einheit ausbildet.

[0094] Die Versteifungsstrebe **114** ist zwischen zwei gegenüberliegenden Radabschnitten **104** gegenüberliegender Außenpaneele **110**, **120** angeordnet.

[0095] Das erste Außenpaneel **110** und das zweite Außenpaneel **120** weist eine Aufnahmeöffnung **400** (siehe **Fig. 4**) auf, in welcher die Versteifungsstrebe **114** lösbar einsteckbar ist.

[0096] Das Dummy-Fahrzeug **100** weist ferner ein Zugelement **115**, insbesondere ein elastisches Zugelement, auf, wobei das Zugelement mit dem ersten Außenpaneel **110** und/oder dem zweiten Außenpaneel **120** und der Versteifungsstrebe **114** derart be-

festigt ist, dass das Zugelement **115** Zugkräfte zwischen dem ersten Außenpaneel **110** und/oder dem zweiten Außenpaneel **120** einerseits und der Versteifungsstrebe **114** andererseits überträgt.

[0097] Ferner können auf der Außenfläche der Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140** Funktionselemente **117**, wie beispielsweise ein Außenspiegel, ein Nummernschildhalter oder ein Scheinwerfer befestigt, beispielsweise aufgeklebt, werden. In einer beispielhaften Ausführungsform kann beispielsweise bei Verzögerung bzw. beim Bremsen des Dummy-Fahrzeugs **100** ein Rückscheinwerfer leuchten, um somit ein Bremslicht zu simulieren.

[0098] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf ein Dummy-Fahrzeug **100** gemäß **Fig. 1** im unverformten Zustand und **Fig. 3** eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf ein Dummy-Fahrzeug gemäß **Fig. 1** im verformten Zustand, in welchem das Öffnungselement **601** geöffnet ist.

[0099] Bei einem Aufprall des Dummy-Fahrzeugs **100** wirkt eine hohe Aufprallenergie auf die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140**. Diese beginnen sich zu verformen, um einerseits den Aufprallstoß abzufangen und andererseits um eine realitätsnahe Kollision mit realen Fahrzeugen zu simulieren. Aufgrund der Verformung der Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140** verändern sich jeweils die Abstände (d.h. die Abstände x_1 , x_2 werden verlängert oder verkürzt) zwischen den ersten Koppelbereichen **101**, **111** und den zweiten Koppelbereichen **102**, **112** (siehe **Fig. 3**). Dies führt wiederum zu einer Vorspannung der elastischen Stützpaneele **103**, **109**. Nach dem Aufprall verformt sich das Stützpaneel **103**, **109** zurück in seine Ausgangslage und drückt oder zieht den ersten Koppelbereich **101**, **111** und den zweiten Koppelbereich **102**, **112** in die Ursprungsform, sodass wiederum der erste Abstand x_1 zwischen dem ersten Koppelbereich **101**, **111** und dem zweiten Koppelbereich **102**, **112** vorliegt. Dabei wird wiederum das Außenpaneel **110**, **120** in seine Ursprungsform gebracht und beispielsweise erneut gespannt.

[0100] Das Öffnungselement **601** ist insbesondere derart lösbar mit dem ersten Außenpaneel verbunden, dass bei Erhöhung eines Luftdrucks im Innenvolumen oder aufgrund einer mechanischen Verformung aufgrund einer Aufprallkraft des Dummy-Fahrzeugs das Öffnungselement **601** vom ersten Außenpaneel **110** lösbar ist, sodass ein Druckausgleich zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs bereitstellbar ist (siehe **Fig. 3**).

[0101] Aufgrund der Verformung des Dummy-Fahrzeugs **100** nach einem Aufprall öffnet sich das Öffnungselement **601** und löst damit die selbsttragende Struktur des Dummy-Fahrzeugs **100** auf. Durch Auflösung der selbsttragenden Struktur sind die einzel-

nen Komponenten des Dummy-Fahrzeugs **100**, wie beispielsweise die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140** und die Öffnungselemente **601** relativ zueinander bewegbar (verformbar). Insbesondere die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140** bleiben nach Auflösung der selbsttragenden Struktur miteinander verbunden und können sich aufgrund einer flexiblen Verbindung relativ zueinander verformen. Das Öffnungselement **601** kann nach dem Öffnen mit einem Bereich an dem entsprechenden Außenpaneel befestigt bleiben.

[0102] Solange die selbsttragende Struktur aus Außenpaneeelen **110**, **120**, **130**, **140** und Öffnungselementen **601** geschlossen ist, ist das Dummy-Fahrzeug formstabil und z.B. windbeständig. Durch die Kollisionsenergie führt die Kraft oder der Überdruck zur Öffnung der Öffnungselemente **601** und die Struktur wird weich.

[0103] Das erste Außenpaneel **110** (und entsprechend das zweite Außenpaneel **120**) weist eine Verbindungseinrichtung **201** auf, in welcher der erste Koppelbereich **101**, **111** oder der zweite Koppelbereich **102**, **112** befestigbar ist. Die Verbindungseinrichtung **201** kann beispielsweise eine lösbare Verbindungseinrichtung **201** darstellen. Die Verbindungseinrichtung **201** ist in dem vorliegenden Beispiel als Aufnahmeöffnung, insbesondere als Schlitz, in den Außenpaneeelen **110**, **120** derart ausgebildet, dass der erste Koppelbereich **101**, **111** oder der zweite Koppelbereich **102**, **112** in die Aufnahmeöffnung einsteckbar ist. Eine Kante des Stützpaneele **103**, **109** bildet einen Koppelbereich **101**, **111**, **102**, **112**. Diese Kante kann beispielsweise in den Schlitz, welcher in dem Außenpaneel **110**, **120** ausgebildet ist, eingesteckt werden. Der Schlitz weist insbesondere eine Erstreckungsrichtung in das Außenpaneel **110**, **120** hinein auf, welche Erstreckungsrichtung nicht parallel zu einer Abstandsrichtung verläuft, entlang welcher der erste Abstand x_1 oder zweite Abstand x_2 gemessen wird. Dies hat zur Folge, dass bei Veränderungen, insbesondere bei Vergrößerung der Abstände x_1 , x_2 der entsprechenden Koppelbereiche **101**, **111**, **102**, **112**, das Stützpaneel **103**, **109** bzw. deren Koppelbereich **101**, **111**, **102**, **112** nicht aus dem Schlitz herausgezogen werden kann (siehe **Fig. 3**). Bei Veränderung des Abstands x_1 , x_2 wird somit eine entsprechende Verformungskraft von dem Außenpaneel **110**, **120** auf den Koppelbereich **101**, **111**, **102**, **112** und entsprechend auf das Stützpaneel **103**, **109** übertragen.

[0104] Die Stützpaneele **103**, **109** weisen einen Auflagebereich zur Auflage auf einem Boden **202** auf, wobei der Auflagebereich derart ausgebildet ist, dass eine Gewichtskraft der Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140** und der Stützpaneele **103**, **109** auf den Boden **202** übertragbar ist. Insbesondere die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140** sind derart ausgebildet, dass bei Auflage der Stützpaneele **103**, **109** auf dem Boden

die Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140** frei von einer kraftübertragenden Kopplung mit dem Boden sind.

[0105] In **Fig. 3** wird ferner gezeigt, dass in einem verformten Zustand des Dummy-Fahrzeugs **100** die Versteifungsstrebe **114** von den Außenpaneelen **110**, **120** gelöst sein kann und ausschließlich über das Zugelement **115** mit den Außenpaneelen **110**, **120** verbunden ist.

[0106] **Fig. 4** zeigt eine vergrößerte Darstellung von gegenüberliegenden Radabschnitten **104** gemäß dem Dummy-Fahrzeug aus **Fig. 1** bis **Fig. 3**. Das erste Außenpaneel **110** oder das zweite Außenpaneel **120** weisen eine Aufnahmeöffnung auf, in welcher die Versteifungsstrebe **114** lösbar einsteckbar ist. Die Aufnahmeöffnung **114** ist dabei derart ausgebildet, dass die Versteifungsstrebe **114** hineingeschoben werden kann und in einer gewissen Tiefe der Aufnahmeöffnung, beispielsweise an einem Anschlag, ansteht. Lösen sich die Außenpaneele **110**, **120** voneinander aufgrund eines Aufpralls (siehe z.B. **Fig. 3**), bzw. erhöht sich der Abstand zwischen den beiden Außenpaneelen **110**, **120**, so rutscht die Versteifungsstrebe **114** aus der Aufnahmeöffnung hinaus und eine entsprechende weitere Verformung der Außenpaneele **110**, **120** wird ermöglicht.

[0107] Beispielsweise ist die Versteifungsstrebe **114** als Hohlprofil ausgebildet, wobei das Zugelement **115** im Inneren des Hohlprofils verläuft. Das Zugelement **115** kann beispielsweise eine elastische Schnur, wie beispielsweise einen elastischen Expander, darstellen. Somit können sich beispielsweise die Außenpaneele **110**, **120** von der Versteifungsstrebe **114** bei einem Aufprall entfernen, so dass sich die Versteifungsstrebe **114** von dem ansprechenden Außenpaneel **110**, **120** löst, jedoch wird eine bleibende Verbindung zwischen der Versteifungsstrebe **114** und dem Außenpaneel **110**, **120** über das Zugelement **115** gesichert.

[0108] **Fig. 5** zeigt eine schematische Darstellung eines Schichtverbunds **500** gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Ein Außenpaneel **110**, **120**, **130**, **140** ist z.B. aus einem Schichtverbund **500** ausgebildet. Der Schichtverbund **500** weist insbesondere eine verformbare Schaumstoffschicht **501** auf, welche mit einer Innenseite das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100** zumindest teilweise umgibt. Zusätzlich oder alternativ weist der Schichtverbund **500** insbesondere eine verformbare Außenschicht **502** auf, welche an einer der Innenseite gegenüberliegende Außenseite der Schaumstoffschicht **501** befestigt ist. Die verformbare Außenschicht **502** ist insbesondere intransparent und absorbiert auf treffende Lichtwellen. Die Schaumstoffschicht **501** ist ferner verformbar ausgebildet. In einer beispielhaften Ausführungsform ist die

Schaumstoffschicht **501** insbesondere elastisch verformbar.

[0109] Zwischen der Schaumstoffschicht **501** und der Außenschicht **502** bzw. einer Funktionsschicht **503** sind Klebeschichten **504** angeordnet. Die Klebeschicht **504** ist beispielsweise aus einer Klebefolie gebildet, welche beispielsweise eine Schichtdicke von ungefähr 50 µm (Mikrometer) bis ungefähr 0,25 mm (Millimeter) aufweist.

[0110] Der Schichtverbund **500** weist ferner eine verformbare Funktionsschicht **503** zwischen der Schaumstoffschicht **501** und der Außenschicht **502** auf. Die Funktionsschicht **503** weist insbesondere eine beheizbare Schicht, eine Schicht aus Metallkomponenten, insbesondere aus metallischem Gewebe, und/oder einer Infrarotlicht-reflektierende Schicht aufweist.

[0111] Wird die Funktionsschicht **503** beheizbar ausgeführt, so kann beispielsweise in dem Bereich eines Motorraums des Dummy-Fahrzeugs **100** der Betrieb eines Motors bzw. dessen Wärmeabstrahlung simuliert werden. Wird ein metallisches Gewebe als Funktionsschicht **503** in den Schichtverbund **500** eingesetzt, wird somit die Radarreflexivität verbessert, so dass Radarsensoren des Fahrerassistenzsystems getestet werden können. Entsprechend können Infrarotsensoren des Fahrerassistenzsystems getestet werden, wenn die Funktionsschicht **503** eine Infrarotlicht-reflektierende Schicht aufweist. Ein Schichtverbund **500** kann beispielsweise eine Funktionsschicht **503** oder eine Vielzahl von Funktionsschichten **503** aufweisen.

[0112] **Fig. 6** zeigt eine schematische Darstellung eines Dummy-Fahrzeugs **100** gemäß **Fig. 1** bei einer Befestigung eines Öffnungselements als Dachpaneel **601** gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Dummy-Fahrzeug **100** weist ein Paneel, insbesondere ein Dachpaneel **601**, auf, welches lösbar mit dem ersten Außenpaneel **110** (und/oder einen beliebigen anderen Außenpaneel **120**, **130**, **140**) derart verbunden ist, dass bei Erhöhung eines Luftdrucks im Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100** das Dachpaneel **601** vom zumindest einem der Außenpaneele **110**, **120**, **130**, **140** lösbar ist.

[0113] Das Dachpaneel **601** ist mit einem weiteren Verbindungsmittel **602**, beispielsweise einem Klettverschluss, einem Sicherheitsreißverschluss, einer Knopfverbindung und/oder einer Hakenverbindung gekoppelt. Somit kann eine gezielte Soll-Öffnung mit dem weiteren Verbindungsmittel **602** integriert werden, sodass bei Vorliegen eines bestimmten Drucks in dem Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100** das weitere Verbindungsmittel **602** gelöst wird.

[0114] Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung eines Dummy-Fahrzeugs **100** aus Fig. 1 einschließlich eines Dachpaneels **601** in einem unverformten Zustand und Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung eines Dummy-Fahrzeugs **100** aus Fig. 1 einschließlich eines Dachpaneels **601** in einem verformten Zustand. Aufgrund der Verformung des Dummy-Fahrzeugs **100** nach einem Aufprall verändert sich das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100**, sodass es zu einem Überdruck oder einem Unterdruck kommen kann, welcher Komponenten des Dummy-Fahrzeugs zerstören kann. Zudem kann ein entsprechender Unterdruck oder Überdruck die Simulationsergebnisse verfälschen. Aus diesem Grund ist das Dachpaneel **601** derart lösbar mit den Außenpaneelen **110**, **120**, **130**, **140** verbunden, dass eine solche Öffnung bzw. ein Luftspalt **801** bereitgestellt wird. Bei Überschreiten eines Überdrucks von beispielsweise mehr als 1,5 bar, löst sich das Dachpaneel **601**, sodass eine Druckausgleichsverbinding **801** zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs **100** vorliegt. Somit wird insbesondere Beschädigungen aufgrund ungünstiger Druckverhältnisse im Innenvolumen reduziert. Das Paneel **601** kann neben einem Dachpaneel, welches ein Dach eines Dummy-Fahrzeugs **100** bildet, ebenfalls ein Bodenpaneel oder ein Seitenpaneel **110**, **120**, **130**, **140** des Dummy-Fahrzeugs **100** darstellen. Das Dachpaneel **601** kann auch lösbar mit dem Stützpaneel **103**, **109** verbunden werden.

[0115] Das Dachpaneel **601** ist derart gekoppelt, dass in einem geschlossenen Zustand, indem das Dachpaneel **601** und das Außenpaneel **110**, **120** ein Druckausgleich zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs **100** unterbinden, das Außenpaneel **110**, **120** und das Dachpaneel **601** eine selbsttragende Struktur ausbilden (Fig. 7), und dass in einem offenen Zustand, indem das Dachpaneel **601** und das Außenpaneel **110**, **120** ein Druckausgleich zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs **100** bereitstellen (Fig. 8), das Außenpaneel **110**, **120** und das Dachpaneel **601** eine verformbare Struktur ausbilden.

[0116] Fig. 7 zeigt ferner verschiedene Bereiche **701**, **702**, **703** der Paneele **110**, **120**, **130**, **140**, **601**, welche verschiedene Funktionsbereiche aufweisen. Beispielsweise weist das Dachpaneel **601** einen Windschutzscheibenbereich **701** auf. Der Windschutzscheibenbereich **701** kann beispielsweise im Vergleich zu den dichtundurchlässigen Umgebungsbereichen einen Licht durchsichtigen und transparenten Bereich aufweisen. Dies ermöglicht zum einen eine realitätsnahe Simulation eines Dummy-Fahrzeugs. Ferner können somit beispielsweise GPS Signale von einem Positionsbestimmungssystem, welches in dem Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs **100** angeordnet sein kann, aus dem Innenvolumen

des Dummy-Fahrzeugs **100** störungsfrei hinaus gesendet werden. Entsprechend weist beispielsweise das erste Außenpaneel **110** einen Seitenfensterbereich **702** auf.

[0117] Ferner können Radarreflektorbereiche **703** der Paneele **110**, **120**, **130**, **140**, **601** mit einer Metallschicht bzw. mit einem metallischen Gewebe ausgestaltet sein, um somit die metallische Karosserie eines Dummy-Fahrzeugs zu simulieren. Dies dienen insbesondere zur realitätsgetreuen Reflektion von Radarstrahlen.

[0118] Die Paneele sind beispielsweise mit einem Schichtverbund **500** ausgebildet. Je nach ihrer Funktionalität kann örtlich der Schichtverbund **500** angepasst werden, um somit die entsprechenden Funktionalitäten der Bereichen **701**, **702**, **703** bereitzustellen.

[0119] Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass „umfassend“ keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

Bezugszeichenliste

100	Dummy-Fahrzeug
101	erster Koppelbereich
102	zweite Koppelbereich
103	Stützpaneel
104	Radabschnitt
105	Umfangsfläche
106	Eingrenzfläche
107	Nut
108	Außenfläche
109	weiteres Stützpaneel
110	erstes Außenpaneel
111	erster Koppelbereich
112	zweite Koppelbereich
113	Koppelabschnitt
114	Versteifungsstrebe
115	Zugelement
116	Verbindungsmittel
117	Funktionselement

201	Verbindungseinrichtung
202	Bodenbereich
500	Schichtverbund
501	Schaumstoffschicht
502	Außenschicht
503	Funktionsschicht
504	Klebeschicht
601	Öffnungselement/Dachpaneel
602	weiteres Verbindungsmittel
701	Windschutzscheibenbereich
702	Seitenfensterbereich
703	Radarreflektorbereich
801	Luftspalt
X1	erster Abstand
X2	zweiter Abstand

Patentansprüche

1. Dummy-Fahrzeug (100) zum Durchführen von Tests für ein Fahrerassistenzsystem, das Dummy-Fahrzeug (100) aufweisend ein verformbares erstes Außenpaneel (110), welches zumindest teilweise ein Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs (100) umgibt, und ein Öffnungselement (601), welches zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs (100) umgibt, wobei das Öffnungselement (601) und das erste Außenpaneel (110) eine selbsttragende Einheit bilden, wobei das Öffnungselement (601) lösbar mit dem ersten Außenpaneel (110) derart verbunden ist, dass bei Einwirken einer Aufprallkraft das Öffnungselement (601) vom ersten Außenpaneel (110) lösbar ist, sodass die selbsttragende Einheit auflösbar ist und eine Verformung des Fahrzeugs (100) bereitstellbar ist.

2. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 1, wobei das Öffnungselement (601) lösbar mit dem ersten Außenpaneel (110) derart verbunden ist, dass bei Erhöhung eines Luftdrucks im Innenvolumen oder aufgrund einer mechanischen Verformung aufgrund einer Aufprallkraft des Dummy-Fahrzeugs (100) das Öffnungselement (601) vom ersten Außenpaneel (110) lösbar ist, sodass ein Druckausgleich zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs bereitstellbar ist.

3. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei das Öffnungselement (601) ein Paneel ausbildet.

4. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 3,

wobei das Außenpaneel (110) und das Paneel derart gekoppelt sind, dass in einem geschlossenen Zustand, indem das Paneel und das Außenpaneel (110) ein Druckausgleich zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs unterbinden, das Außenpaneel (110) und das Paneel eine selbsttragende Struktur ausbilden, und dass in einem offenen Zustand, indem das Paneel und das Außenpaneel (110) ein Druckausgleich zwischen dem Innenvolumen und der Umgebung des Dummy-Fahrzeugs bereitstellen, das Außenpaneel (110) und das Paneel eine verformbare Struktur ausbilden.

5. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Öffnungselement (601) mit einem Sicherheitsreißverschluss lösbar befestigt ist.

6. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Öffnungselement (601) mit einem Klettverschluss, einer Knopfverbindung und/oder einer Hakenverbindung an dem ersten Außenpaneel (110) lösbar befestigt ist.

7. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, ferner aufweisend ein elastisch verformbares Stützpaneel (103), welches im Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs (100) angeordnet ist, wobei das Stützpaneel (103) einen ersten Koppelbereich und einen von dem ersten Koppelbereich beabstandeten zweiten Koppelbereich (102) aufweist, wobei der erste Koppelbereich (101) und der zweite Koppelbereich (102) derart mit dem ersten Außenpaneel (110) gekoppelt sind, dass bei Veränderung eines ersten Abstands (x1) zwischen dem ersten Koppelbereich (101) und dem zweiten Koppelbereich (102) das Stützpaneel (103) vorspannbar ist.

8. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 7, wobei der erste Koppelbereich (101) und der zweite Koppelbereich (102) derart mit dem ersten Außenpaneel (110) gekoppelt sind, dass bei Vorliegens des ersten Abstands (x1) das Stützpaneel (103) in einer gewölbten Profilform vorliegt, und/oder wobei das erste Außenpaneel (110) eine Verbindungseinrichtung (201) aufweist, in welcher der erste Koppelbereich (101) oder der zweite Koppelbereich (102) befestigbar ist.

9. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 8, wobei die Verbindungseinrichtung (201) als Aufnahmeöffnung in dem ersten Außenpaneel (110) derart ausgebildet ist, dass der erste Koppelbereich (101) oder der zweite Koppelbereich (102) in die Aufnahmeöffnung einsteckbar ist.

10. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9 wobei der erste Koppelbereich (101) und/oder der zweite Koppelbereich (102) eine größere Paneeldicke aufweist als ein Paneelbereich des Stützpaneels (103) zwischen dem der ersten Koppelbereich (101) und dem zweiten Koppelbereich (102).

11. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10 wobei das Stützpaneel (103) derart ausgebildet ist, dass bei Vorliegens des ersten Abstands (x1) das Stützpaneel (103) vorgespannt ist.

12. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 11 wobei das Stützpaneel (103) einen Auflagebereich zur Auflage auf einem Boden aufweist, wobei der Auflagebereich derart ausgebildet ist, dass eine Gewichtskraft des ersten Außenpaneels (110) und des Stützpaneels (103) auf den Boden übertragbar ist, wobei das erste Außenpaneel (110) derart ausgebildet ist, dass bei Auflage des Stützpaneels (103) auf dem Boden das erste Außenpaneel (110) frei von einer kraftübertragenden Kopplung mit dem Boden ist.

13. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 12 wobei das Außenpanel aus einem Schichtverbund (500) ausgebildet ist, wobei der Schichtverbund (500) eine verformbare Schaumstoffschicht (501) aufweist, welche mit einer Innenseite das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs (100) zumindest teilweise umgibt, und/oder wobei der Schichtverbund (500) eine verformbare Außenschicht (502) aufweist, welche an einer der Innenseite gegenüberliegende Außenseite der Schaumstoffschicht (501) befestigt ist, wobei die verformbare Außenschicht (502) intransparent ist.

14. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 13, wobei die Schaumstoffschicht (501) eine Dicke von 20 mm bis 100 mm aufweist, und wobei die Schaumstoffschicht (501) eine Dichte von 15 kg/m³ bis 60 kg/m³ aufweist.

15. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 13 oder 14, wobei zwischen der Schaumstoffschicht (501) und der Außenschicht (502) eine Klebeschicht (504) angeordnet ist.

16. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei die Außenschicht (502) einen Reflexionsgrad gegenüber Licht mit einem Spektralbereich von 700nm bis 900 nm zwischen 60% bis 80 % hat.

17. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei der Schichtverbund (500) ferner eine verformbare Funktionsschicht (503) zwi-

schen der Schaumstoffschicht (501) und der Außenschicht (502) aufweist, wobei die Funktionsschicht (503) eine Schicht aus Metallkomponenten und/oder einer Infrarotlicht-reflektierenden Schicht aufweist.

18. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei das erste Außenpaneel (110) einen Radabschnitt aufweist, wobei der Radabschnitt eine rund verlaufende Nut (107) aufweist, welche einen Radabschnitt (104) des ersten Außenpaneels (110) von einem, den Radabschnitt umgebenden Abschnitt des ersten Außenpaneels (110) abgrenzt.

19. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 18, wobei der Radabschnitt (104) eine Umfangsfläche (105) und der umgebenen Abschnitt eine Eingrenzfläche (106) aufweist, wobei die Umfangsfläche (105) und die Eingrenzfläche (106) gegenüberliegen und mittels der Nut (107) voneinander beabstandet sind, wobei die Eingrenzfläche (106) eine metallische Oberflächenschicht und die Umfangsfläche (105) eine lichtabsorbierende Oberflächenschicht aufweisen.

20. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 18 oder 19, wobei der Radabschnitt (104) eine Außenfläche (108) aufweist, wobei die Außenfläche (108) eine weitere metallische Oberflächenschicht aufweist, wobei die weitere metallische Oberflächenschicht ein Muster aufweist.

21. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei der Radabschnitt (104) drehbar relativ zu dem ersten Außenpaneel (110) ausgebildet ist.

22. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 21, ferner aufweisend ein verformbares zweites Außenpaneel (120), welches zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs (100) umgibt, wobei das Öffnungselement (601), das erste Außenpaneel (110) und das zweite Außenpaneel (120) die selbsttragende Einheit bilden, wobei das Öffnungselement (601) lösbar mit dem zweiten Außenpaneel (120) derart verbunden ist, dass bei Einwirken einer Aufprallkraft das Öffnungselement (601) vom zweiten Außenpaneel (120) lösbar ist, sodass die selbsttragende Einheit auflösbar ist und eine Verformung des Fahrzeugs (100) bereitstellbar ist.

23. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 22, ferner aufweisend

ein weiteres elastisch verformbares Stützpaneel (109), welches im Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs (100) angeordnet ist, wobei das weitere Stützpaneel (109) einen weiteren ersten Koppelbereich (111) und einen von dem weiteren ersten Koppelbereich (111) beabstandeten weiteren zweiten Koppelbereich (112) aufweist, wobei der weiteren erste Koppelbereich (111) und der weitere zweite Koppelbereich (112) derart mit dem zweiten Außenpaneel (120) gekoppelt sind, dass das weitere Stützpaneel (109) in einer weiteren gewölbten Profilform vorliegt, so dass bei Veränderung eines zweiten Abstands (x2) zwischen dem weiteren ersten Koppelbereich (111) und dem weiteren zweiten Koppelbereich (112) das weitere Stützpaneel (109) vorspannbar ist.

24. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 23, wobei das Stützpaneel und das weitere Stützpaneel in einem Koppelabschnitt (113) miteinander befestigt sind.

25. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 23 oder 24, ferner aufweisend eine Versteifungsstrebe, wobei die Versteifungsstrebe (114) zwischen dem ersten Außenpaneel (110) und dem zweiten Außenpaneel (120) derart befestigt ist, dass eine Druckkraft auf die Versteifungsstrebe (114) übertragbar ist.

26. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 25, wobei zumindest das erste Außenpaneel (110) oder das zweite Außenpaneel (120) eine Aufnahmeöffnung aufweist, in welcher die Versteifungsstrebe (114) lösbar einsteckbar ist.

27. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß Anspruch 25 oder 26, ferner aufweisend ein Zugelement (115) wobei das Zugelement (115) mit dem ersten Außenpaneel (110) und/oder dem zweiten Außenpaneel (120) und der Versteifungsstrebe (114) derart befestigt ist, dass das Zugelement (115) Zugkräfte zwischen dem ersten Außenpaneel (110) und/oder dem zweiten Außenpaneel (120) und der Versteifungsstrebe (114) überträgt.

28. Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 22 bis 27, ferner aufweisend ein verformbares drittes Außenpaneel (130), welches zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs (100) umgibt, wobei das dritte Außenpaneel (130) mit dem ersten Außenpaneel (110) und dem zweiten Außenpaneel (120) verbunden ist, wobei das dritte Außenpaneel (130) einen Frontbereich des Dummy-Fahrzeugs (100) ausbildet und/oder wobei das Dummy-Fahrzeug (100) ferner ein verformbares viertes Außenpaneel (140) aufweist, wel-

ches zumindest teilweise das Innenvolumen des Dummy-Fahrzeugs (100) umgibt, wobei das vierte Außenpaneel (140) mit dem ersten Außenpaneel (110) und dem zweiten Außenpaneel (120) verbunden ist, wobei das vierte Außenpaneel (140) einen Heckbereich des Dummy-Fahrzeugs (100) ausbildet.

29. Verfahren zum Durchführen von Tests für ein Fahrerassistenzsystem mit einem Dummy-Fahrzeug (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 28.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

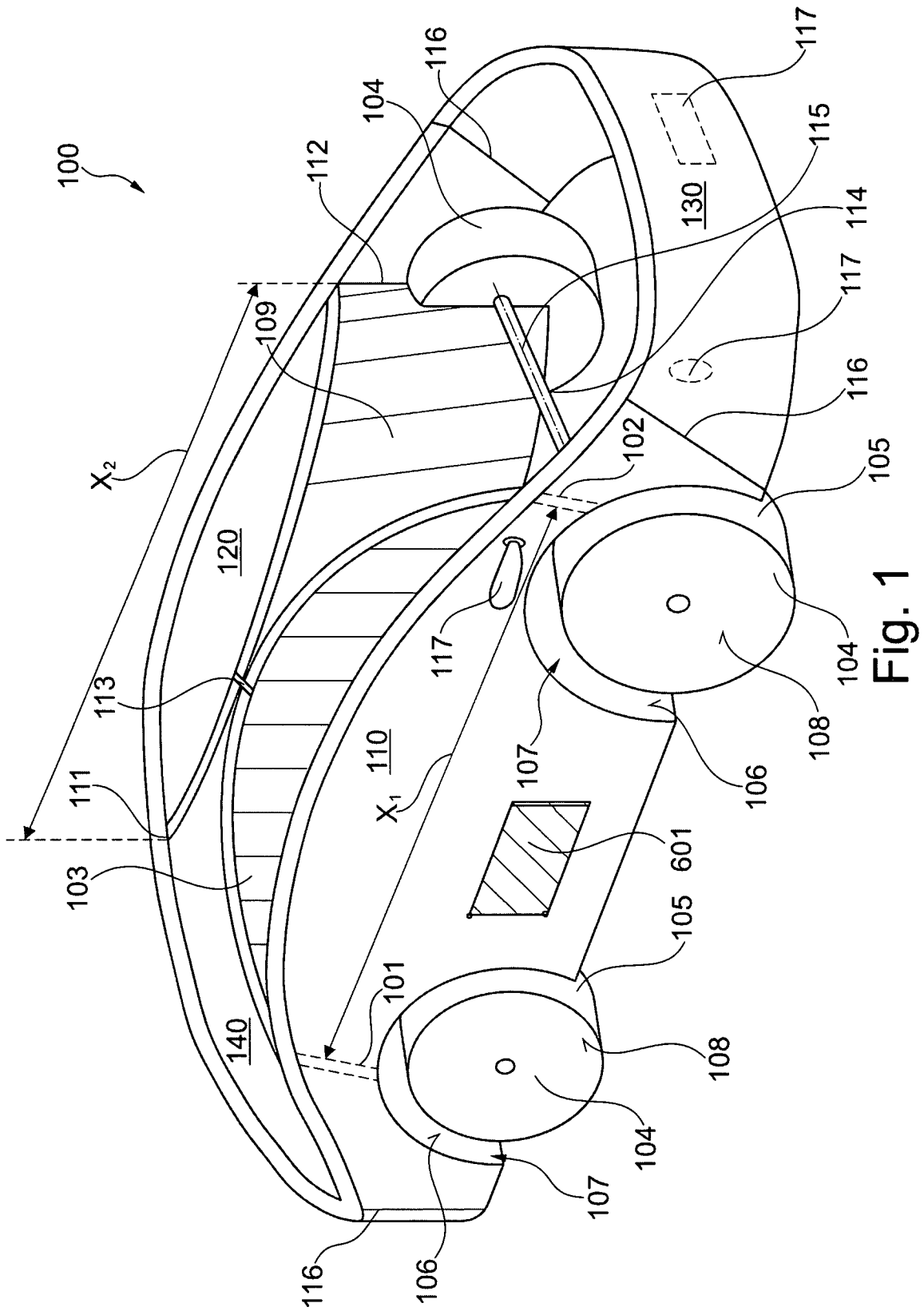
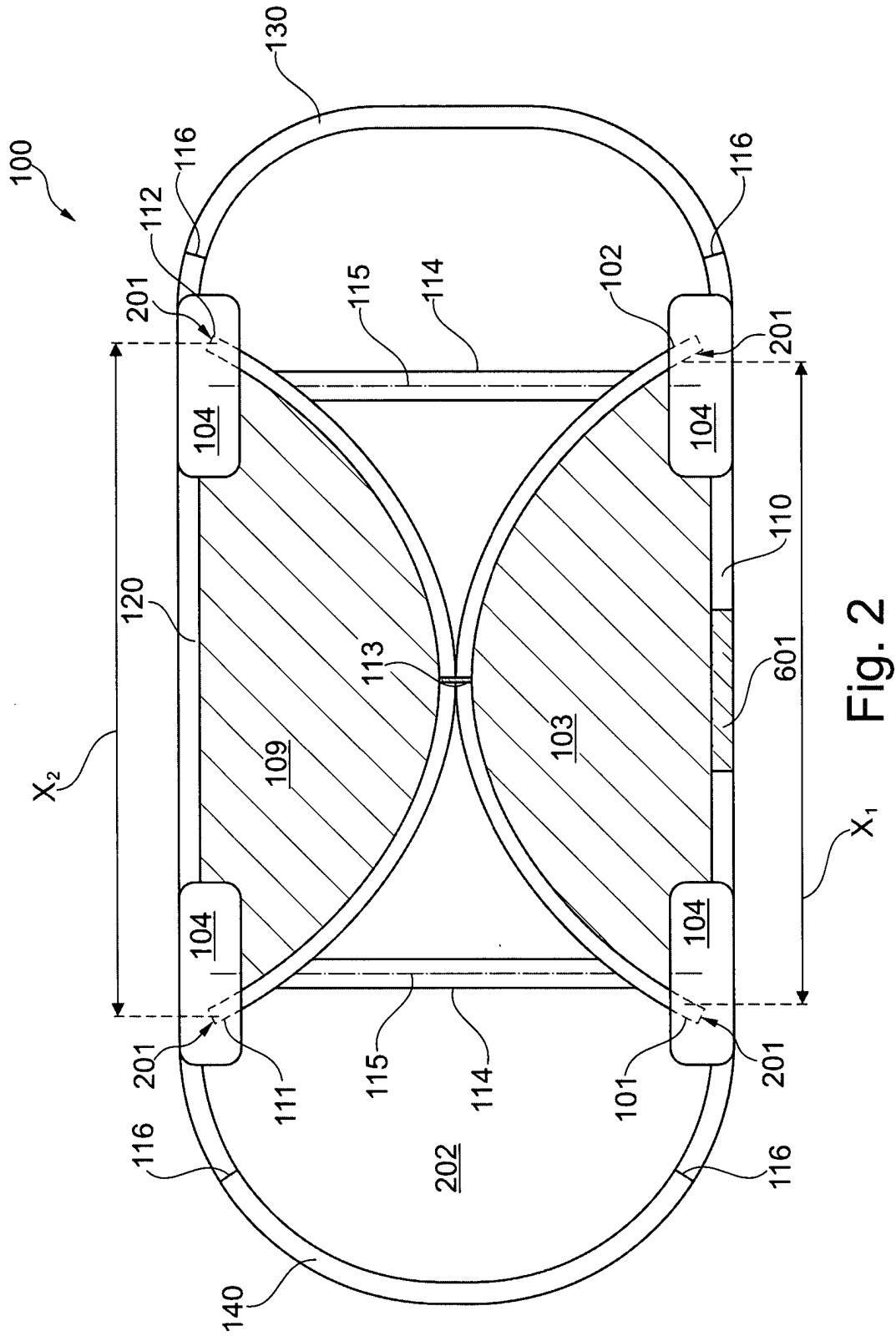


Fig. 1



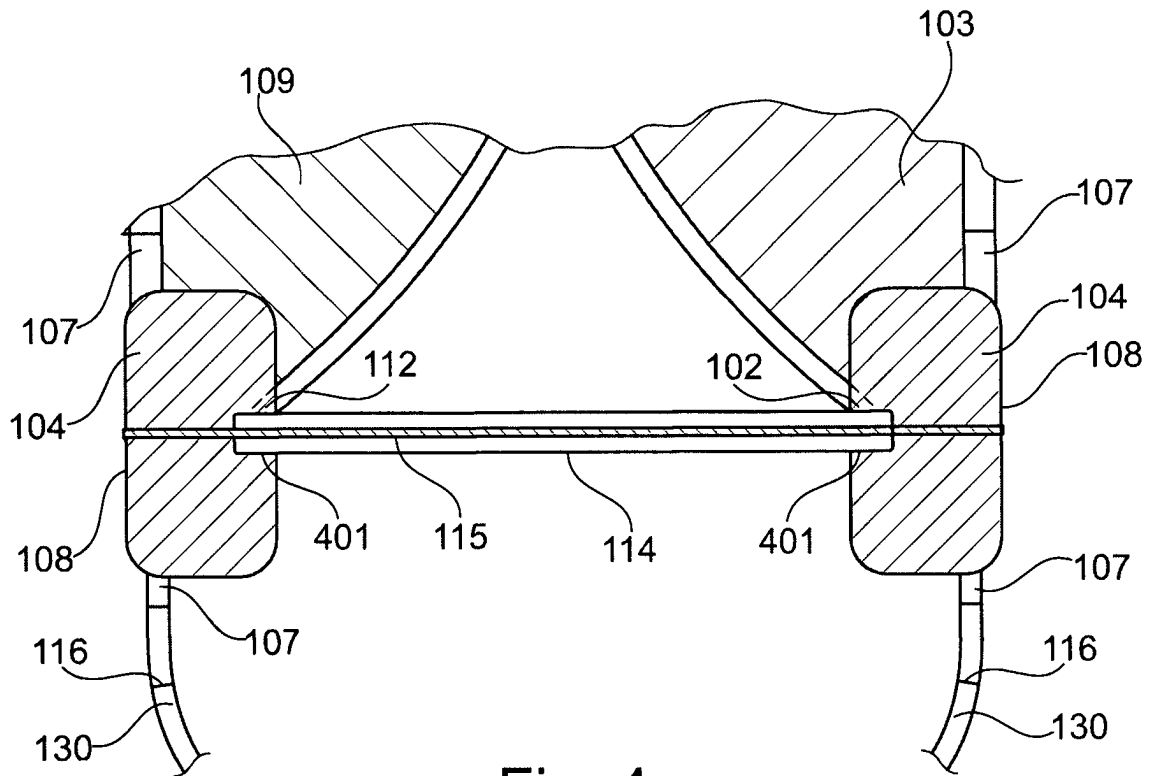


Fig. 4

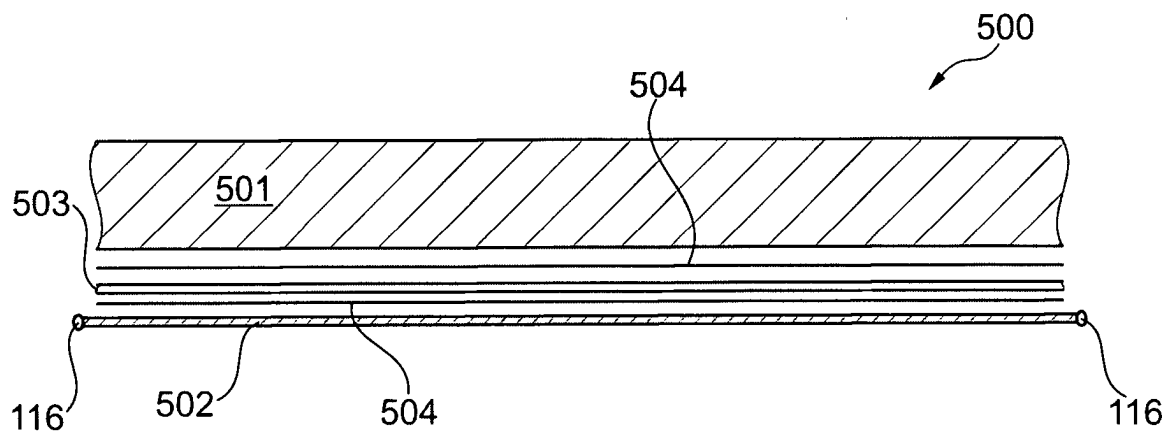


Fig. 5

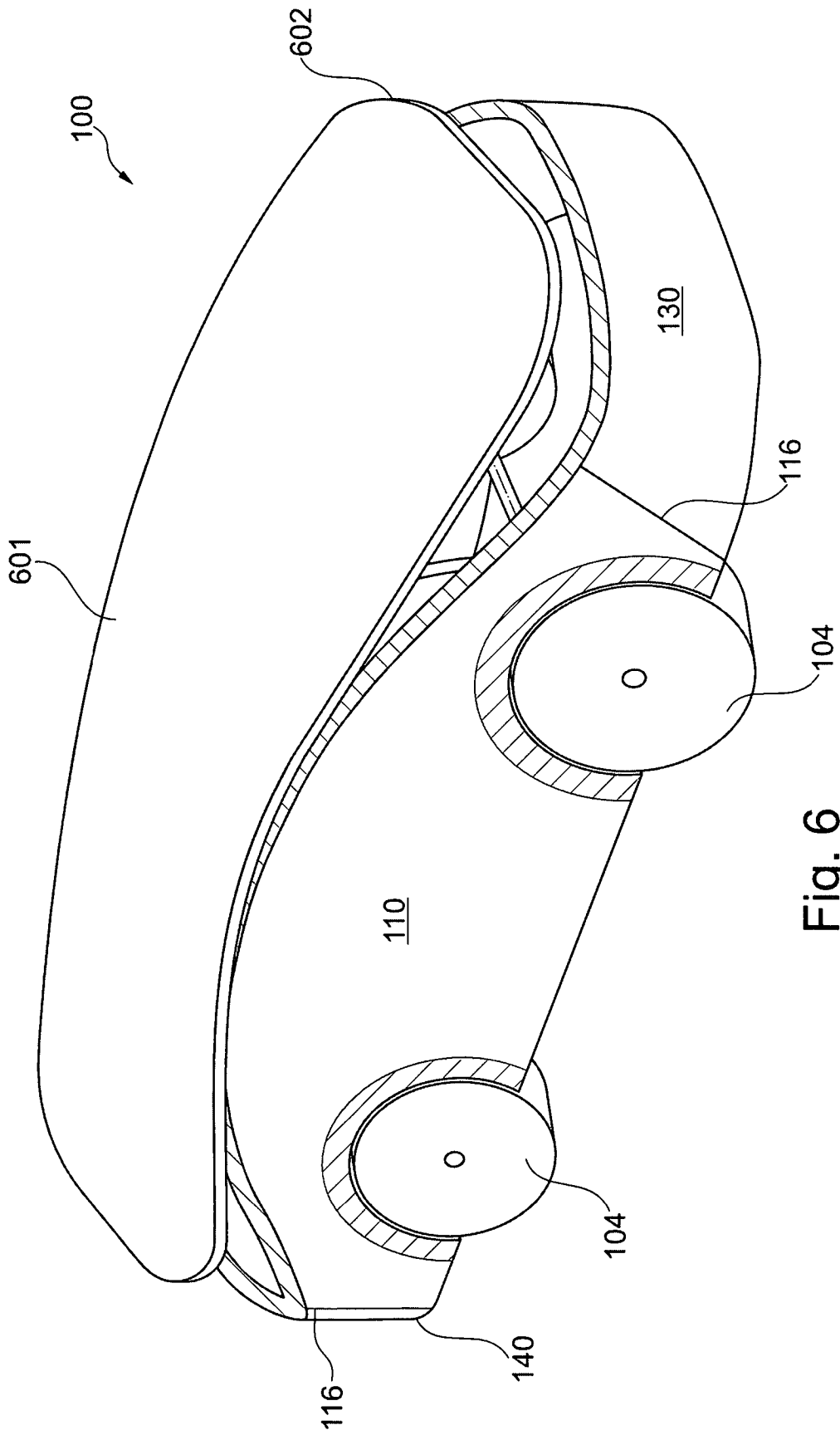


Fig. 6

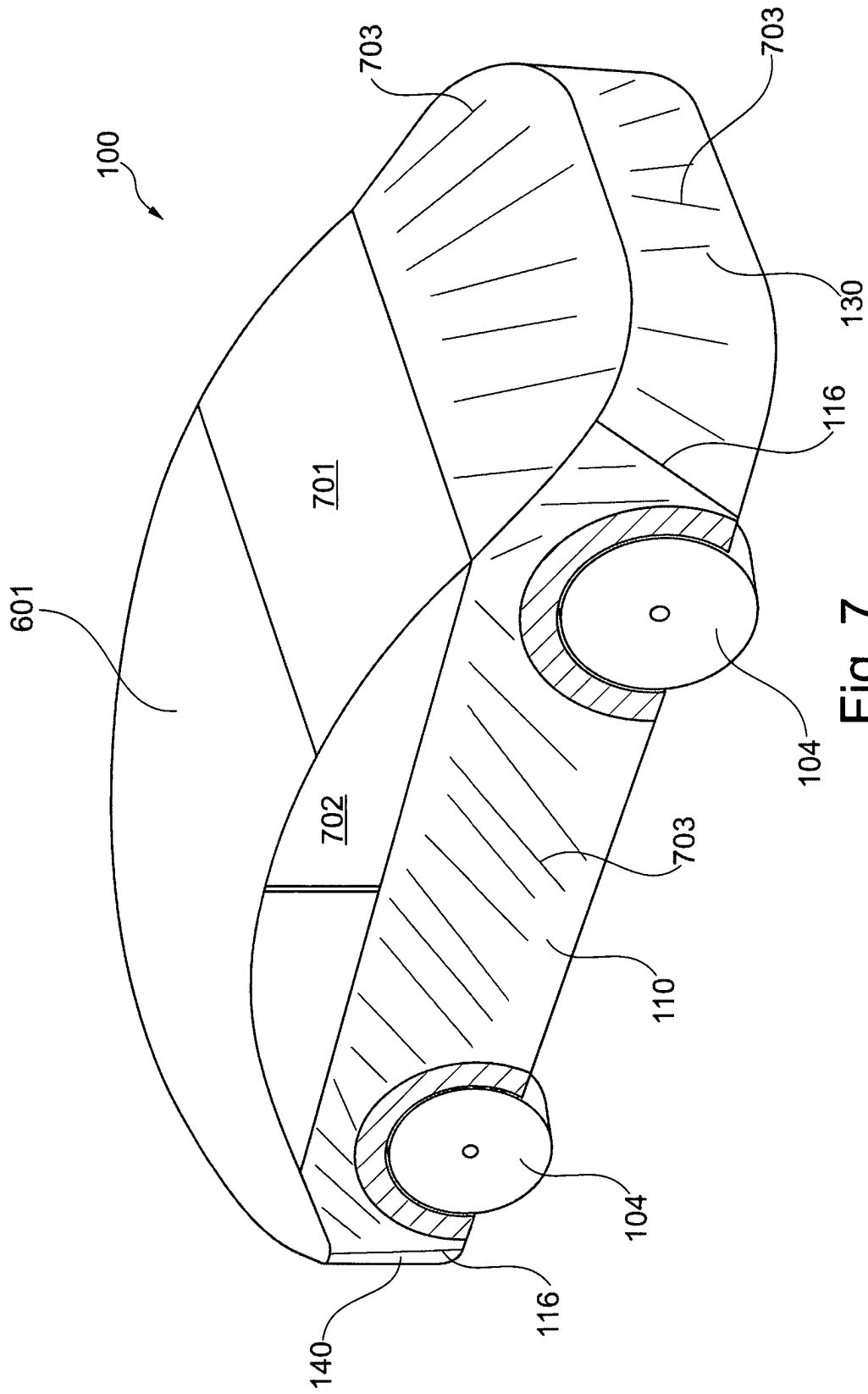


Fig. 7

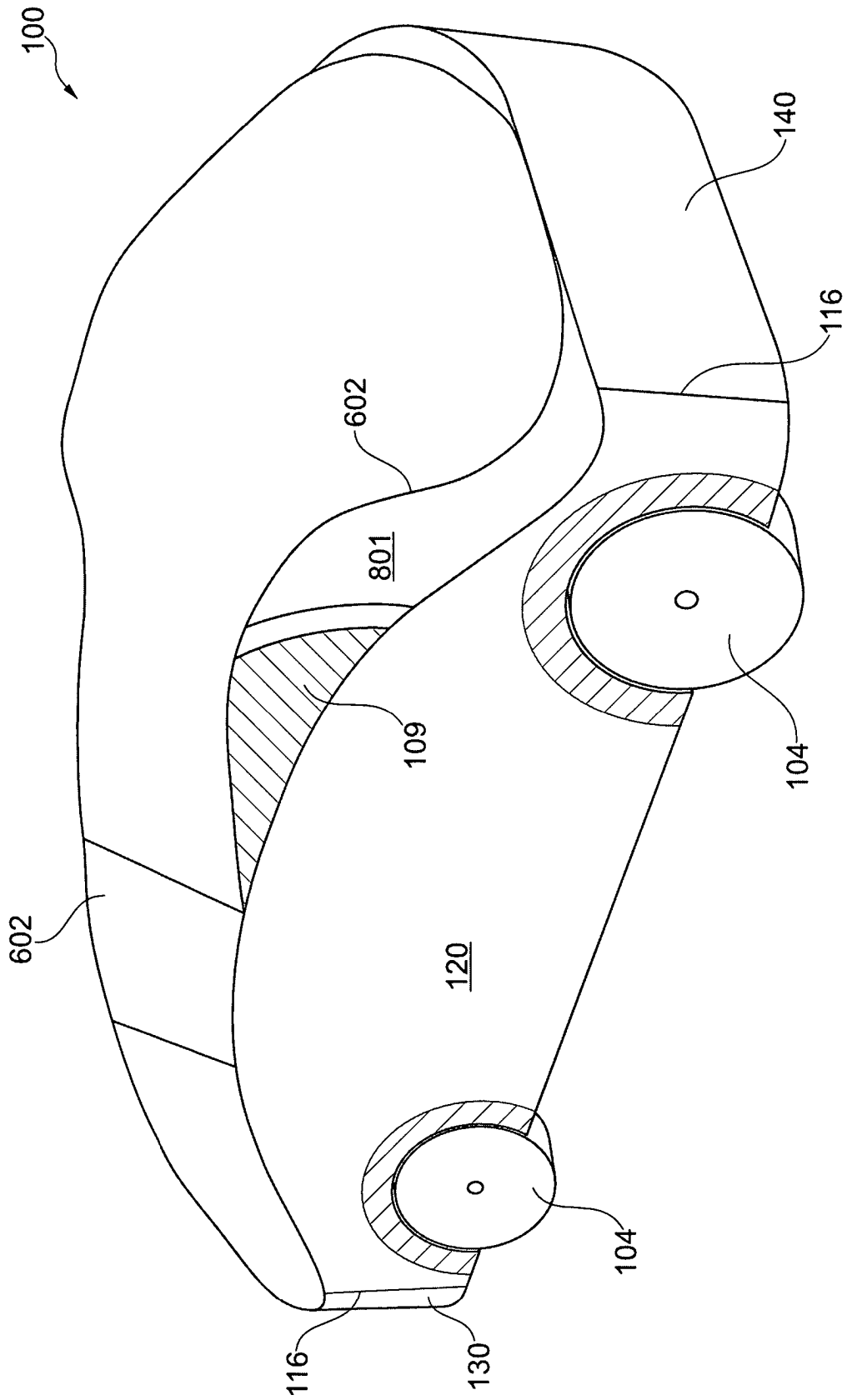


Fig. 8