



(10) **DE 10 2021 121 979 A1** 2023.03.02

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 121 979.5**

(22) Anmeldetag: **25.08.2021**

(43) Offenlegungstag: **02.03.2023**

(51) Int Cl.: **B60R 19/22** (2006.01)

B60R 19/34 (2006.01)

B62D 29/04 (2006.01)

(71) Anmelder:
AUDI Aktiengesellschaft, 85057 Ingolstadt, DE

(72) Erfinder:
Rausch, Julius, Dr., 74074 Heilbronn, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2016 012 183	B4
DE	10 2017 007 309	B4
DE	10 2016 007 371	A1
DE	10 2019 113 641	A1

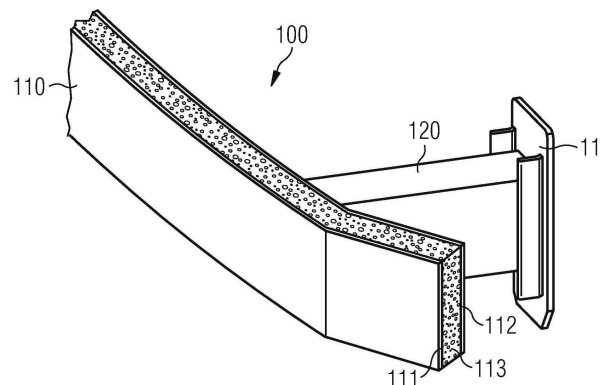
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Leichtbau-Crashstruktur für ein Kraftfahrzeug und Herstellverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Leichtbau-Crashstruktur (100) für ein Kraftfahrzeug, welche einen Querträger (110) und wenigstens zwei Crashboxen (120) aufweist. Der Querträger (110) ist als Sandwichbauteil mit zwei thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschichten (111, 112) und einer dazwischen angeordneten Kernschicht (113) aus Partikelschaum ausgebildet und die Crashboxen (120) sind als thermoplastische Spritzgussteile ausgebildet und stoffschlüssig mit dem Querträger (110) verbunden.

Die Erfindung betrifft ferner ein Herstellverfahren für eine solche Leichtbau-Crashstruktur (100).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leichtbau-Crashstruktur für ein Kraftfahrzeug. Die Erfindung betrifft ferner ein Herstellungsverfahren für eine solche Leichtbau-Crashstruktur.

[0002] In der DE 10 2017 007 309 B4 ist eine Stoßfängeranordnung mit einem Querträger und zwei Crashboxen beschrieben. Bei einem unfallbedingten Energieeintrag auf den Querträger sind die Crashboxen energieabsorbierend deformierbar.

[0003] In der DE 10 2016 012 183 B4 ist eine Crashstruktur für ein Fahrzeug beschrieben, welche u. a. einen Stoßfängerquerträger und zwei Crashboxen umfasst. Die Endabschnitte des Stoßfängerquerträgers sind jeweils über eine Crashbox mit einem korrespondierenden Längsträger einer Fahrzeugkarosserie verbunden. Bei einem Unfall können die auftretenden Kräfte über den Stoßfängerquerträger, die Crashboxen und die Längsträger durch Deformation dieser Strukturen absorbiert werden. Die Endabschnitte des Stoßfängerquerträgers sowie der Mittelabschnitt können jeweils als (metallisches) Strangpressprofil ausgeführt werden. Strangpressprofile sind in vorteilhafter Weise stabil und können einfach und kostengünstig hergestellt werden.

[0004] Die erfindungsgemäße Crashstruktur des Patentanspruchs 1 ist als Leichtbau-Crashstruktur ausgeführt, sodass sich erhebliche Gewichts- bzw. Masseinsparungen erreichen lassen. Die Erfindung umfasst mit dem nebengeordneten Patentanspruch 9 auch ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Leichtbau-Crashstruktur. Mit dem nebengeordneten Patentanspruch 10 erstreckt sich die Erfindung auf eine weitere erfindungsgemäße Leichtbau-Crashstruktur. Zusätzliche Merkmale der Erfindung ergeben sich analog für alle Erfindungsgegenstände aus den abhängigen Patentansprüchen, der nachfolgenden Erfindungsbeschreibung (dies schließt ausdrücklich auch Merkmale ein, die als Beispiele beschrieben sind) und der Zeichnung.

[0005] Die erfindungsgemäße Leichtbau-Crashstruktur des Patentanspruchs 1 weist einen Querträger, insbesondere einen Stoßfängerquerträger, und wenigstens zwei Crashboxen auf, wobei die Crashboxen insbesondere in den Endabschnitten des Querträgers angeordnet sind. Der Querträger ist als Sandwichbauteil mit zwei thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschichten und einer dazwischen angeordneten Kernschicht aus (thermoplastischem) Partikelschaum ausgebildet. Die Crashboxen sind als thermoplastische Spritzgussteile ausgebildet und sind stoffschlüssig mit dem Querträger verbunden. Metallische Strangpressprofile sind demnach nicht vorgesehen.

[0006] Diese Leichtbau-Crashstruktur wird bevorzugt an einer Fahrzeugfront und/oder an einem Fahrzeugheck eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Kraftwagens, angeordnet. Der Querträger kann aufgrund seiner aus Partikelschaum gebildeten Kernschicht Crashenergie absorbieren. Ferner kann der Querträger in bekannter Weise Crashenergie in die Crashboxen ableiten, die dann durch Verformung Crashenergie absorbieren. Somit fungieren sowohl der Querträger als auch die Crashboxen als Energieabsorptionselemente, um insbesondere Aufprallenergie zu absorbieren bzw. zu dämpfen. Die erfindungsgemäße Crashstruktur kann daher auch als Leichtbau-Aufpralldämpfungsstruktur bezeichnet werden.

[0007] Die erfindungsgemäße Leichtbau-Crashstruktur ist in Kunststoffbauweise ausgeführt und kann nur durch Verwendung thermoplastischer Kunststoffe hergestellt werden, wodurch sich u. a. Recyclingvorteile ergeben.

[0008] Bevorzugt sind die Crashboxen direkt an eine der thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschichten, insbesondere an die rückwärtige Deckschicht, des Querträgers angespritzt. Damit ist gemeint, dass die Crashboxen bei ihrer spritzgießenden Herstellung an die betreffende endlosfaserverstärkte Deckschicht des Querträgers angeformt werden. Die Crashboxen können aber auch zunächst spritzgegossen und dann an die betreffende endlosfaserverstärkte Deckschicht des Querträgers angeschweißt oder angeklebt werden.

[0009] Die Crashboxen sind bevorzugt als Wabenstrukturelemente ausgebildet. Die Crashboxen können somit trotz eines niedrigen Gewichts bzw. einer geringen Masse vergleichsweise viel Crashenergie absorbieren. Insbesondere ist vorgesehen, dass sich die Waben im Wesentlichen senkrecht zum Querträger erstrecken.

[0010] Die Crashboxen sind aus spritzgegossenem thermoplastischem Kunststoffmaterial gebildet, vorzugsweise aus Polypropylen (PP). Bevorzugt handelt es sich um dasselbe thermoplastische Kunststoffmaterial, das auch für die thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschichten des Querträgers verwendet wird (s. u.), oder zumindest um ein damit kompatibles thermoplastisches Kunststoffmaterial. Die Crashboxen sind insbesondere aus faserverstärktem thermoplastischem Kunststoff gebildet, d. h., dem thermoplastischen Kunststoff können Verstärkungsfasern, insbesondere Glaskurzfasern oder Glaslangfasern, beigemischt sein.

[0011] Die Deckschichten des Querträgers sind aus endlosfaserverstärktem thermoplastischem Kunststoff gebildet. Damit ist insbesondere gemeint, dass die endlosen Verstärkungsfasern, vorzugsweise

Glasfasern (Endlosglasfasern), in einer thermoplastischen Matrix, vorzugsweise Polypropylen, eingebettet sind, wobei die endlosen Verstärkungsfasern auch zu einem Fasergewebe oder dergleichen zusammengefasst sein können. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Deckschichten des Querträgers mehrlagige Lamine sind, die aus mehreren Lagen, bspw. aus zehn bis zwanzig Lagen, aufgebaut sind (sogenannter Lagenaufbau). Bei den Lagen handelt es sich bevorzugt um sogenannte UD-Lagen mit unidirektional ausgerichteten Endlosfasern, insbesondere Endlosglasfasern, die als thermoplastisch (d. h. mit thermoplastischer Matrix) vorimprägniertes UD-Halbzeug erhältlich sind. Bevorzugt sind die UD-Lagen mit unterschiedlichen Faserausrichtungen (bspw. 0°, 45° und 90°) angeordnet. Die endlosfaserverstärkten thermoplastischen Deckschichten können eine bevorzugte Schichtdicke von 0,5 mm bis 4,0 mm aufweisen.

[0012] Die Kernschicht des Querträgers ist aus Partikelschaum gebildet. Gleichwirkend kann der Querträger auch mehrere aus Partikelschaum gebildete Kernschichten aufweisen. Ein Partikelschaum bzw. Partikelschaumstoff ist ein aus thermoplastischen Schaumperlen, die an ihren Oberflächen verbunden sind, bestehender Schaumstoff. Vorzugsweise handelt es sich um kugelförmige und insbesondere geschlossenzellige thermoplastische Schaumperlen. Der Sandwichkern bzw. Schaumkern des Querträgers ist insbesondere aus einem Polypropylen-Partikelschaum (EPP), Polystyrol-Partikelschaum (EPS), Polyethylen-Partikelschaum (EPE), Polyamid-Partikelschaum (E-PA) oder Polybutylenterephthalat-Partikelschaum (E-PBT) gebildet. Bevorzugt wird der Sandwichkern in einem sogenannten Formteilprozess aus einem Partikelschaum-Ausgangsmaterials separat hergestellt, bspw. wie in der DE 10 2020 106 725 A1 beschrieben, und dann weiterverarbeitet (s. u.). Die aus Partikelschaum gefertigte Kernschicht des Querträgers kann eine bevorzugte Schichtdicke von 30 mm bis 60 mm aufweisen.

[0013] Der Querträger ist aufgrund seines Sandwichaufbaus mit zwei thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschichten und einer dazwischen angeordneten Kernschicht aus Partikelschaum trotz niedrigem Gewicht bzw. geringer Masse sehr steif und kann dennoch Crashenergie absorbieren. Die steife Ausbildung des Querträgers ermöglicht außerdem die Anordnung wenigstens eines Lasteinleitungselements am Querträger zur Befestigung einer Abschleppöse oder dergleichen. Bevorzugt ist dieses Lasteinleitungselement in der Nähe einer Crashbox angeordnet, insbesondere in einem Abstand \leq 100 mm.

[0014] Ferner ist bevorzugt vorgesehen, dass der Querträger gewölbt und/oder mit abgewinkelten Endbereichen ausgebildet ist. Durch eine Wölbung kön-

nen die funktionale Steifigkeit und das Lastaufnahmevermögen des Querträgers erhöht werden.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren des Patentanspruchs 9 umfasst zumindest die folgenden Schritte:

- stoffschlüssiges Verbinden der Crashboxen mit der betreffenden thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschicht;
- stoffschlüssiges Verbinden dieser Deckschicht mit der vorgefertigten Kernschicht aus Partikelschaum und der anderen thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschicht.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht also vor, dass zunächst die Crashboxen mit der betreffenden, insbesondere rückwärtigen, Deckschicht verbunden bzw. an diese Deckschicht angebracht werden, insbesondere durch Anspritzen, Anschweißen oder Ankleben. Erst danach wird der Querträger erzeugt, durch Verbinden bzw. Fügen der mit den Crashboxen versehenen Deckschicht mit der Kernschicht und der anderen, insbesondere vorderen, Deckschicht. Durch diese Vorgehensweise kann eine Beeinträchtigung der aus Partikelschaum gebildeten Kernschicht durch die mitunter sehr hohen lokalen Pressdrücke beim Verbinden bzw. Anbringen der Crashboxen verhindert werden. Beim Anspritzen können punktuell Drücke von bis zu 800 bar und mehr auftreten.

[0017] Das stoffschlüssige Verbinden bzw. Fügen der beiden Deckschichten mit der Kernschicht erfolgt bevorzugt durch Verpressen, wobei insbesondere eine flächige stoffschlüssige Verbindung zwischen den Deckschichten und der Kernschicht erzeugt wird. Zum Ausbilden der stoffschlüssigen Verbindung ist gegebenenfalls eine Wärmeinwirkung und/oder die Verwendung eines zusätzlichen Klebstoffs vorgesehen.

[0018] Wie oben erläutert, können die thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschichten des Querträgers als mehrlagige Lamine ausgebildet sein. In diesem Fall weist das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt folgende Schritte auf:

- Anordnen von Zuschnitten eines thermoplastisch vorimprägnierten Faserhalbzeugs, insbesondere eines thermoplastisch vorimprägnierten UD-Halbzeugs, zu einem Lagenaufbau;
- Verpressen des Lagenaufbaus, wobei gegebenenfalls auch eine räumliche Formgebung (bspw. eine Wölbung) erfolgt, und gleichzeitiges Anspritzen der Crashboxen, insbesondere in einem entsprechend ausgebildeten Press-Spritzgießwerkzeug;
- stoffschlüssiges Verbinden der so erzeugten Deckschicht, insbesondere rückwärtigen Deck-

schicht, mit der vorgefertigten, gegebenenfalls räumlich geformten, insbesondere ihre Endform aufweisenden, Kernschicht und der anderen Deckschicht, wozu die mit den Crashboxen versehene Deckschicht zusammen mit der Kernschicht und einem die andere Deckschicht, insbesondere die vordere Deckschicht, bildenden Lagenaufbau aus Zuschnitten eines thermoplastisch vorimprägnierten Faserhalbzeugs, insbesondere eines thermoplastisch vorimprägnierten UD-Halbzeugs, in einem Presswerkzeug angeordnet und verpresst wird, wobei gegebenenfalls noch eine räumliche Formgebung bzw. Umformung der anderen Deckschicht erfolgt.

[0019] Das vorausgehend beschriebene Verfahren sieht insbesondere die Verwendung von zwei Werkzeugen vor, wobei die zunächst hergestellte Deckschicht mit den angespritzten Crashboxen aus dem ersten Werkzeug (Press-Spritzgießwerkzeug) entnommen bzw. entformt und dann in das zweite Werkzeug (Presswerkzeug) eingelegt wird. Prinzipiell kann das Verfahren aber auch mit nur einem entsprechend ausgebildeten Werkzeug ausgeführt werden, wobei die in einem ersten Arbeitsgang hergestellte Deckschicht mit den angespritzten Crashboxen im Werkzeug verbleibt und in einem weiteren Arbeitsgang mit der Kernschicht und der anderen Deckschicht verpresst wird.

[0020] Die weitere erfindungsgemäße Leichtbau-Crashstruktur des Patentanspruchs 10 umfasst:

- ein Sandwichbauteil mit zwei thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschichten, die insbesondere als mehrlagige Lamine ausgebildet sind, und einer dazwischen angeordneten Kernschicht aus (thermoplastischem) Partikelschaum; und
- wenigstens eine, insbesondere als thermoplastisches Spritzgussteil ausgebildete, Crashbox, welche (stoffschlüssig) an eine der Deckschichten des Sandwichbauteils angespritzt, angeklebt oder angeschweißt ist.

[0021] Weiterbildungen und Ausgestaltungen dieser Leichtbau-Crashstruktur ergeben sich analog aus den vorausgehenden und nachfolgenden Erläuterungen. Die Herstellung kann ebenfalls analog zu den vorausgehenden und nachfolgenden Erläuterungen erfolgen.

[0022] Die Erfindung wird nachfolgend in nicht einschränkender Weise anhand einer in der Zeichnung gezeigten bevorzugten Ausführungsmöglichkeit näher erläutert. Die in den Figuren der Zeichnung gezeigten und/oder nachfolgend erläuterten Merkmale können, auch unabhängig von bestimmten Merkmalskombinationen, allgemeine Merkmale der

Erfindung sein und die Erfindung vorteilhaft weiterbilden.

Fig. 1 zeigt die Fahrzeugfront eines Kraftfahrzeugs (Personenkraftwagen) mit einer erfindungsgemäßen Leichtbau-Crashstruktur.

Fig. 2 zeigt den linksseitigen Endabschnitt der Leichtbau-Crashstruktur aus **Fig. 1**.

Fig. 3 veranschaulicht schematisch die Herstellung der Leichtbau-Crashstruktur aus **Fig. 1** und **Fig. 2**.

[0023] In der Fahrzeugfront des in **Fig. 1** angedeuteten Kraftfahrzeugs 10 ist eine erfindungsgemäße Leichtbau-Crashstruktur 100 angeordnet. Die Leichtbau-Crashstruktur 100 weist einen Stoßfängerquerträger 110 (im Folgenden nur als Querträger bezeichnet) und zwei Crashboxen 120 auf. Die Crashboxen 120 sind rechts- und linksseitig in den Endabschnitten des Querträgers 110 angeordnet und über jeweils eine Prallplatte 11 mit einem Längsträger 12 der Fahrzeugkarosserie verbunden. Der Querträger 110 kann gewölbt sein und/oder abgewinkelte Endbereiche aufweisen (siehe **Fig. 2**).

[0024] Wie aus **Fig. 2** ersichtlich, ist der Querträger 110 der Leichtbau-Crashstruktur 100 als Sandwichbauteil ausgebildet, mit einer schalenartigen vorderen Deckschicht 111 und einer schalenartigen hinteren bzw. rückwärtigen Deckschicht 112, die jeweils aus thermoplastischem endlosfaserverstärktem Kunststoff gebildet sind, sowie einer dazwischen angeordneten Kernschicht 113 aus Partikelschaum, die auch als Partikelschaumkern bezeichnet werden kann. Bei den Deckschichten 111, 112 handelt es sich bevorzugt um mehrlagige Lamine. Die Crashbox 120 ist als thermoplastisches Spritzgussteil ausgebildet und ist stoffschlüssig mit der rückwärtigen Deckschicht 112 des Querträgers 110 verbunden, insbesondere angespritzt, angeschweißt oder angeklebt. Selbiges gilt für die rechtsseitige Crashbox. Befindet sich die Leichtbau-Crashstruktur 100 im Fahrzeugheck, so ist die in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigte Anordnung quasi gespiegelt, sodass sich die rückwärtige Deckschicht 112 in Fahrzeuginnenrichtung vor der vorderen Deckschicht 111 befindet.

[0025] **Fig. 3** veranschaulicht vereinfacht ein bevorzugtes Herstellungsverfahren für die Leichtbau-Crashstruktur 100. Zunächst werden die Crashboxen 120 direkt an die rückwärtige Deckschicht 112 angespritzt, wie in **Fig. 3a** dargestellt. Die Deckschicht 112 kann dabei vorgeformt werden. Anschließend erfolgt durch Verpressen ein stoffschlüssiges Verbinden der rückwärtigen Deckschicht 112 mit der vorgefertigten, bereits ihre Endform aufweisenden Kernschicht 113 aus Partikelschaum und der vorderen Deckschicht 111, wie in **Fig. 3b** dargestellt. Die vordere Deckschicht 111 kann vorgeformt sein oder beim Verpressen umgeformt werden. Zur Vermei-

dung von Wiederholungen wird im Weiteren auf die obenstehenden Erläuterungen verwiesen.

[0026] Wie ebenfalls in **Fig. 3** veranschaulicht, sind die Crashboxen 120 bevorzugt als Wabenstrukturelemente ausgebildet. Insbesondere ist dabei vorgesehen, dass sich die Waben 125 im Wesentlichen senkrecht zum Querträger 110 erstrecken, wie bspw. in **Fig. 3c** dargestellt.

[0027] Die Leichtbau-Crashstruktur 100 kann als vorgefertigte Baueinheit bereitgestellt und im Kraftfahrzeug 10 verbaut werden. Dies ermöglicht auch eine einfache Reparatur durch Austausch der kompletten Leichtbau-Crashstruktur 100. Die defekte Leichtbau-Crashstruktur 100 kann dann einem Recyclingprozess zugeführt werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102017007309 B4 [0002]
- DE 102016012183 B4 [0003]
- DE 102020106725 A1 [0012]

Patentansprüche

1. Leichtbau-Crashstruktur (100) für ein Kraftfahrzeug (10), welche einen Querträger (110) und wenigstens zwei Crashboxen (120) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Querträger (110) als Sandwichbauteil mit zwei thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschichten (111, 112) und einer dazwischen angeordneten Kernschicht (113) aus Partikelschaum ausgebildet ist, und dass die Crashboxen (120) als thermoplastische Spritzgussteile ausgebildet und stoffschlüssig mit dem Querträger (110) verbunden sind.

2. Leichtbau-Crashstruktur (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Crashboxen (120) direkt an eine der thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschichten (112) des Querträgers (110) angespritzt, angeschweißt oder angeklebt sind.

3. Leichtbau-Crashstruktur (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Crashboxen (120) als Wabenstrukturelemente ausgebildet sind.

4. Leichtbau-Crashstruktur (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Crashboxen (120) aus faserverstärktem thermoplastischem Kunststoff gebildet sind.

5. Leichtbau-Crashstruktur (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschichten (111, 112) des Querträgers (110) mehrlagige Lamine sind.

6. Leichtbau-Crashstruktur (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die aus Partikelschaum gebildete Kernschicht (113) des Querträgers (110) eine Schichtdicke von 30 mm bis 60 mm aufweist.

7. Leichtbau-Crashstruktur (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Querträger (110) gewölbt und/oder mit abgewinkelten Endbereichen ausgebildet ist.

8. Leichtbau-Crashstruktur (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Querträger (110) ein Lasteinleitungselement zur Befestigung einer Abschleppöse angeordnet ist.

9. Verfahren zur Herstellung einer Leichtbau-Crashstruktur (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, mit den Schritten:

- stoffschlüssiges Verbinden der Crashboxen (120) mit der betreffenden Deckschicht (112);
- stoffschlüssiges Verbinden der Deckschicht (112)

mit der vorgefertigten Kernschicht (113) und der anderen Deckschicht (111).

10. Leichtbau-Crashstruktur (100) für ein Kraftfahrzeug (10), aufweisend:

- ein Sandwichbauteil mit zwei thermoplastischen endlosfaserverstärkten Deckschichten (111, 112) und einer dazwischen angeordneten Kernschicht (113) aus Partikelschaum; und
- wenigstens eine Crashbox (120), welche an eine der Deckschichten (112) des Sandwichbauteils angespritzt, angeklebt oder angeschweißt ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

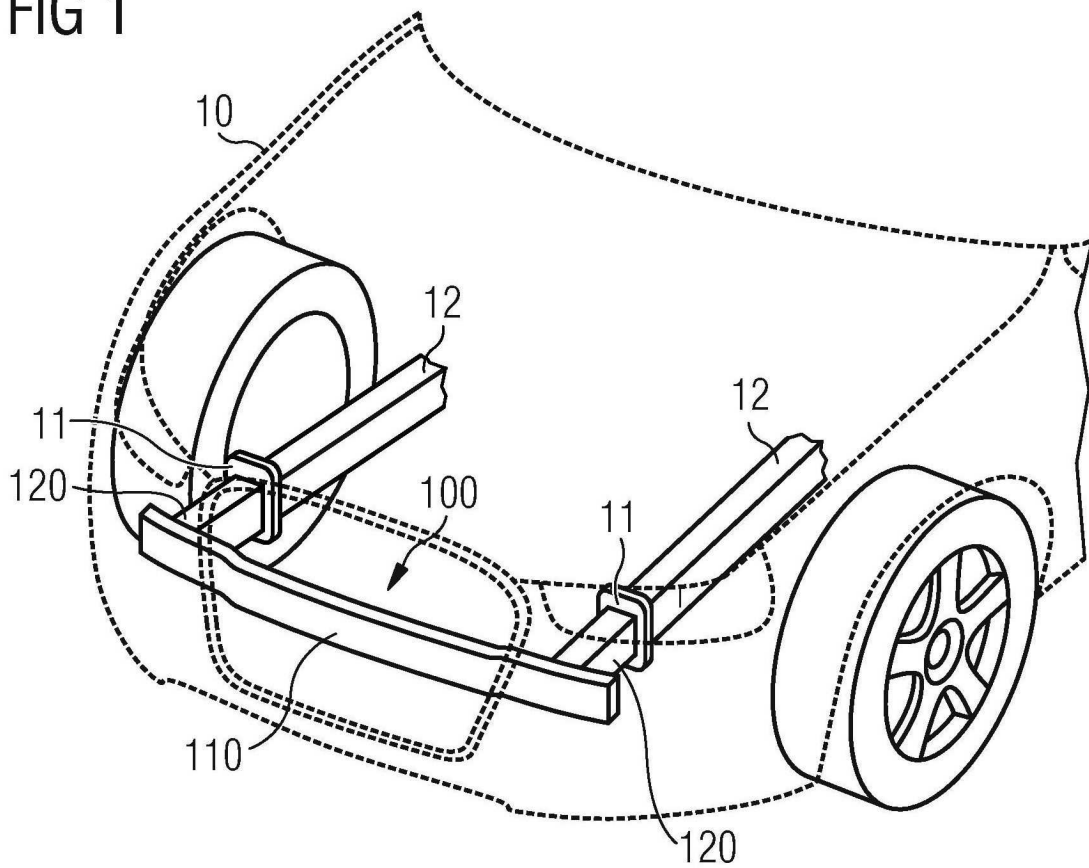


FIG 2

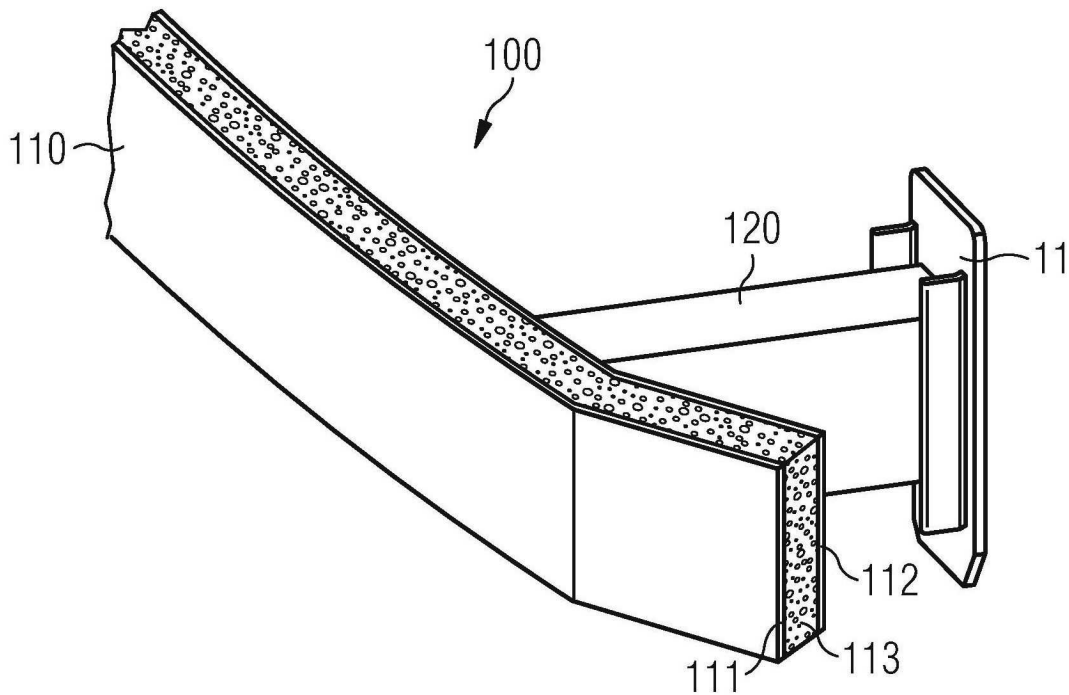
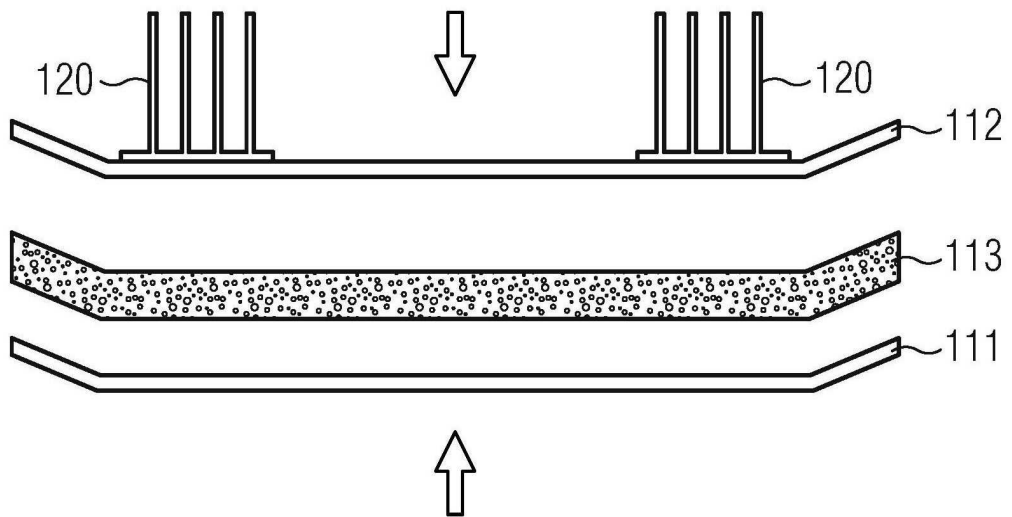


FIG 3

a.)



b.)



c.)

