

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
03. April 2025 (03.04.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/067751 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B32B 17/10 (2006.01) *B60J 1/00* (2006.01)
B32B 5/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/072414

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. August 2024 (08.08.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
23200061.2 27. September 2023 (27.09.2023) EP

(71) Anmelder: **SAINT-GOBAIN SEKURIT FRANCE**
[FR/FR]; Rue du Maréchal Joffre , 60150 Thourotte (FR).

(72) Erfinder: **MOTEMANI SHARABIANI, Yahya**; Glas-
straße 1, 52134 Herzogenrath (DE). **MEMAR JAVID,**

Siyamak; Glasstraße 1, 52134 Herzogenrath (DE). **ZIL-
LER, Marine**; Glasstraße 1, 52134 Herzogenrath (DE).
ARENDT, Sebastian; Glasstraße 1, 52134 Herzogenrath
(DE). **CAPPUCCILLI, Michele**; Glasstraße 1, 52134 Her-
zogenrath (DE).

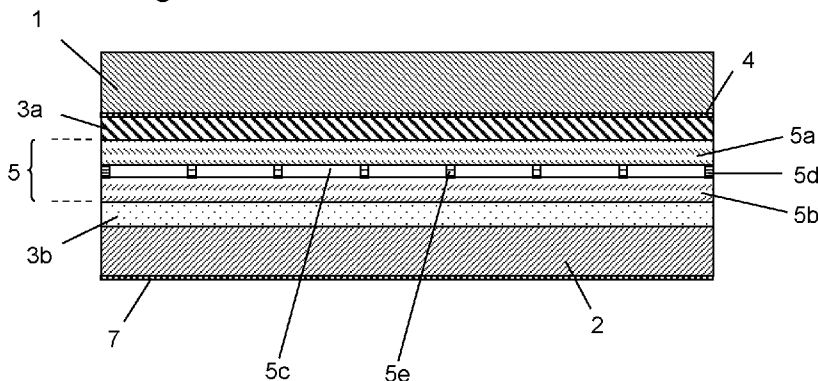
(74) Anwalt: **FEIST, Florian Arno**; Saint-Gobain Sekurit
Deutschland GmbH, Glasstraße 1, 52134 Herzogenrath
(DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: OPAQUE VEHICLE ROOF PANE WITH VACUUM INSULATION

(54) Bezeichnung: OPAKE FAHRZEUG-DACHSCHEIBE MIT VAKUUMISOLIERUNG

Fig. 2 X - X'



(57) **Abstract:** The present invention relates to a vehicle roof pane, comprising an exterior pane (1) and an interior pane (2) which are flatly connected together, wherein the vehicle roof pane is opaque and wherein the vehicle roof pane has a vacuum insulating glazing (5) which comprises an outer pane (5a) that faces the exterior pane (1) and an inner pane (5b) that is spaced from the outer pane (5a) via spacers (5d, 5e), wherein the intermediate space (5c) between the outer pane (5a) and the inner pane (5b) is evacuated, and (i) the vacuum insulating glazing (5) is incorporated into the vehicle roof pane between the exterior pane (1) and the interior pane (2) or (ii) the interior pane (2) of the vehicle roof pane forms the inner pane (5b) of the vacuum insulating glazing (5).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrzeug-Dachscheibe, umfassend eine Außenscheibe (1) und eine Innenscheibe (2), die flächig miteinander verbunden sind, wobei die Fahrzeug-Dachscheibe opak ausgebildet ist und wobei die Fahrzeug-Dachscheibe eine Vakuumisolierverglasung (5) aufweist, welche eine zur Außenscheibe (1) hingewandte äußere Scheibe (5a) und eine über Abstandsmittel (5d, 5e) von der äußeren Scheibe (5a) beabstandete innere Scheibe (5b) umfasst, wobei der Zwischenraum (5c) zwischen der äußeren Scheibe (5a) und der inneren Scheibe (5b) evakuiert ist, und wobei (i) die Vakuumisolierverglasung (5) zwischen der Außenscheibe (1) und der Innenscheibe (2) in die Fahrzeug-Dachscheibe eingelagert ist oder (ii) die Innenscheibe (2) der Fahrzeug-Dachscheibe die innere Scheibe (5b) der Vakuumisolierverglasung (5) bildet.



QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

Opake Fahrzeug-Dachscheibe mit Vakuumisolierung

Die Erfindung betrifft eine Fahrzeug-Dachscheibe, die mit einer Vakuumisolierverglasung ausgestattet ist, sowie ein damit ausgestattetes Fahrzeug.

5

Manche Automobile sind mit Fahrzeug-Dachscheiben ausgestattet, welche häufig auch vereinfacht als „Glasdach“ bezeichnet werden. Durch die Fahrzeug-Dachscheibe kann Sonnenlicht von oben ins Fahrzeug gelangen, was zu einer angenehmen Atmosphäre im Fahrzeuginneren führt und einem Gefühl der „Offenheit“. Die Entscheidung für oder gegen ein Glasdach hängt jedoch stark von den persönlichen Vorlieben des Nutzers ab. So wird der Blick in die Umgebung durch das Dach und die durch das Glasdach hindurchtretende Sonnenstrahlung von einigen Nutzern als ablenkend oder anderweitig störend empfunden.

10

Als Konsequenz bieten die Fahrzeughersteller typischerweise Fahrzeuge in zwei Versionen an: eine Version mit Glasdach und eine Version ohne Glasdach. Sie müssen dazu zwei verschiedene Fahrzeugkarosserien bereitstellen, wobei darüber hinaus teilweise auch Komponenten der Innenausstattung der beiden Fahrzeugversionen angepasst werden müssen, beispielsweise obere Beleuchtungseinrichtungen, Antennen und Verkabelungen.

15

Um die Fahrzeugherstellung zu vereinfachen, ist es prinzipiell möglich, nur eine einzige Fahrzeugkarosserie bereitzustellen mit einer Dachöffnung, in welche je nach Modell eine transparente oder eine opake Fahrzeug-Dachscheibe eingesetzt wird. Durch die Version mit der opaken Fahrzeug-Dachscheibe wird somit gleichsam ein klassisches Fahrzeug „ohne Glasdach“ realisiert. Der Fahrzeughersteller muss nur eine einheitliche Karosserie für beide Versionen fertigen, wodurch der Produktionsaufwand verringert wird und Produktionslinien eingespart werden können. In DE202020104733U1 wird zu einem solchen Zweck eine nicht-transparente Fahrzeug-Dachscheibe mit mindestens einer satinierten Glasscheibe vorgeschlagen. Auch DE112018001647T5 offenbart eine opake Fahrzeug-Dachscheibe.

20

25

Gegenüber einem klassischen, durch die Fahrzeugkarosserie realisierten Blechdach (Metalldach) weist eine solche opake Fahrzeug-Dachscheibe jedoch Nachteile auf, insbesondere was den thermischen Komfort im Fahrzeug betrifft. So ist der Energieeintrag infolge der Sonnenstrahlung deutlich höher als bei einem Blechdach. Grundsätzlich setzt sich die insgesamt eingestrahelte Sonnenenergie zusammen aus der direkt eingestrahelten Energie und der indirekt als Wärmestrahlung nach Aufheizung von Scheibenbestandteilen

30

35

eingestrahnten Energie (Emissivität). Sie wird typischerweise als TTS-Wert charakterisiert. Durch eine opake Fahrzeug-Dachscheibe kann die direkt eingestrahlte Energie zwar im Wesentlichen auf Null reduziert werden, das Problem der Emissivität bleibt allerdings bestehen. Die Bestandteile der Dachscheibe können durch die Sonnenstrahlung stark erwärmt werden, was durch eine starke Tönung von Scheibenbestandteilen im Vergleich zu einem transparenten Glasdach sogar noch verstärkt auftreten kann, und emittieren ihrerseits Wärmestrahlung in den Fahrzeug-Innenraum hinein. Heizt sich der Fahrzeug-Innenraum zu stark auf, muss dem mit einer Klimaanlage begegnet werden, was nicht im Sinne eines energiesparenden Betriebs ist.

Es besteht daher Bedarf an verbesserten opaken Fahrzeug-Dachscheiben, bei welchen der Energieeintrag in den Fahrzeug-Innenraum reduziert ist.

Vakuumisolierverglasungen (VIG, *vacuum insulating glazing*) bestehen aus zwei voneinander beabstandeten Glasscheiben, wobei der Scheibenzwischenraum evakuiert ist. Solche Verglasungen sind beispielsweise aus EP1978199A1 und WO9804802A1 bekannt. Aus EP3878827A1 ist eine Fahrzeugscheibe bekannt, die als Vakuumisolierverglasung ausgebildet ist.

Aerogele sind hochporöse Festkörper, welche sich bekanntermaßen durch eine sehr geringe thermische Leitfähigkeit und wärmedämmende Eigenschaften auszeichnen. Aus WO2012154602A1 ist eine Isolierverglasung mit Aerogel-Lage bekannt. Aus US2010146880A1 ist eine Gebäude-Dachscheibe bekannt aus zwei Glasscheiben und einer dazwischenliegenden Aerogel-Lage. EP3381881A1 offenbart eine Verbundscheibe aus zwei Glasscheiben und einer dazwischenliegenden thermisch isolierenden Schicht, die als Aerogel-Lage ausgebildet sein kann. Aus CN102839893A ist eine Art Isolierverglasung bekannt, wobei zwei Glasscheiben über einen Abstandshalter miteinander verbunden sind. Der Zwischenraum ist mit Aerogel gefüllt und evakuiert. Aus CN204081872U ist eine Verglasung bekannt mit zwei Vakuumisolierverglasungen, zwischen denen eine Aerogel-Lage angeordnet ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte opake Fahrzeug-Dachscheibe bereitzustellen, welche einen geringen Wärmeeintrag aufweist und einen hohen thermischen Komfort im Fahrzeug-Innenraum gewährleistet.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Fahrzeug-Dachscheibe gemäß dem unabhängigen Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen gehen aus der Unteransprüchen hervor.

5 Die erfindungsgemäße Fahrzeug-Dachscheibe umfasst eine Außenscheibe und eine Innenscheibe, die flächig miteinander verbunden sind. Die Fahrzeug-Dachscheibe ist opak ausgebildet. Die Fahrzeug-Dachscheibe weist außerdem eine Vakuumisolierverglasung auf.

10 Die Vakuumisolierverglasung umfasst ihrerseits eine äußere Scheibe und eine innere Scheibe, welche über Abstandsmittel voneinander beabstandet sind, so dass ein Zwischenraum zwischen der äußeren Scheibe und der inneren Scheibe ausgebildet wird. Die äußere Scheibe der Vakuumisolierverglasung ist der Außenscheibe der Fahrzeug-Dachscheibe zugewandt, die innere Scheibe von der Außenscheibe abgewandt. Der Zwischenraum zwischen der äußeren Scheibe und der inneren Scheibe ist evakuiert.

15 Die Erfindung kann grundsätzlich in zwei verschiedenen Varianten realisiert werden. In einer ersten Variante (auch als „Variante (i)“ bezeichnet) ist die Vakuumisolierverglasung zwischen der Außenscheibe und der Innenscheibe in die Fahrzeug-Dachscheibe eingelagert. In einer zweiten Variante (auch als „Variante (ii)“ bezeichnet) bildet die Innenscheibe der Fahrzeug-Dachscheibe auch die innere Scheibe der Vakuumisolierverglasung.

20 Die erfindungsgemäße Fahrzeug-Dachscheibe ist insgesamt opak ausgebildet und kann somit ein klassisches opakes Blechdach, welches durch die Fahrzeugkarosserie selbst realisiert wird, ersetzen. Der Fahrzeughersteller muss nur eine Fahrzeugkarosserie bereitstellen mit einer Öffnung (Fensteröffnung) im Dach, wobei wahlweise eine transparente Fahrzeug-Dachscheibe oder die erfindungsgemäße opake Fahrzeug-Dachscheibe in die besagte Öffnung eingesetzt werden kann. Der Herstellungsprozess des Fahrzeugs wird dadurch vereinfacht und der Fahrzeughersteller kann insbesondere Produktionslinien einsparen. Durch die Vakuumisolierverglasung wird die erfindungsgemäße opake Fahrzeug-Dachscheibe mit thermisch isolierenden Eigenschaften ausgestattet, wodurch insbesondere im Sommer der Energieeintrag infolge der Sonnenstrahlung in den Fahrzeuginnenraum reduziert wird. Ebenso wird insbesondere im Winter bei geringen Außentemperaturen der Wärmeverlust über die Fahrzeug-Dachscheibe verringert. Dadurch wird der thermische Komfort im Fahrzeuginnenraum deutlich verbessert und eine Klimaanlage oder Heizung muss in geringerem Umfang betrieben werden, was einerseits energiesparend ist und andererseits

die Geräuschbelastung im Fahrzeug reduziert. Das sind große Vorteile der vorliegenden Erfindung.

Die Fahrzeug-Dachscheibe ist dafür vorgesehen, in einer Öffnung (Dachöffnung) im Dach eines Fahrzeugs beziehungsweise einer Fahrzeugkarosserie den Innenraum (Fahrzeuginnenraum) gegenüber der äußeren Umgebung abzutrennen. Mit Innenscheibe wird im Sinne der Erfindung die dem Innenraum zugewandte Scheibe bezeichnet. Mit Außenscheibe wird die der äußeren Umgebung zugewandte Scheibe bezeichnet. Die Außenscheibe und die Innenscheibe weisen jeweils eine außenseitige und eine innenraumseitige Oberfläche auf und eine dazwischen verlaufende, umlaufende Seitenkantenfläche. Mit außenseitiger Oberfläche wird im Sinne der Erfindung diejenige Hauptfläche bezeichnet, welche dafür vorgesehen ist, in Einbaulage der äußeren Umgebung zugewandt zu sein. Mit innenraumseitiger Oberfläche wird im Sinne der Erfindung diejenige Hauptfläche bezeichnet, welche dafür vorgesehen ist, in Einbaulage dem Innenraum zugewandt zu sein. Die innenraumseitige Oberfläche der Außenscheibe und die außenseitige Oberfläche der Innenscheibe sind einander zugewandt und miteinander verbunden.

Die äußere Scheibe der Vakuumisolierverglasung ist in Einbaulage ebenfalls der äußeren Umgebung und der Außenscheibe zugewandt. Die innere Scheibe der Vakuumisolierverglasung ist dem Innenraum zugewandt sowie in Variante (i) der Innenscheibe.

Die erfindungsgemäße Fahrzeug-Dachscheibe ist als eine Art Verbundscheibe ausgebildet und wird im Folgenden mitunter auch als Verbundscheibe bezeichnet. Dabei ist die Außenscheibe über eine (erste) Zwischenschicht mit der Vakuumisolierverglasung verbunden. Bei Variante (i) ist die Vakuumisolierverglasung über eine weitere (zweite) Zwischenschicht mit der Innenscheibe verbunden. Die Zwischenschichten umfassen jeweils mindestens eine Verbindungsschicht.

Bei Variante (i) ist die Vakuumisolierverglasung zwischen der Außenscheibe und der Innenscheibe in die Fahrzeug-Dachscheibe eingelagert. Bei Variante (i) der Erfindung umfasst die Fahrzeug-Dachscheibe in der angegebenen Reihenfolge in einer bevorzugten Ausgestaltung:

- die Außenscheibe,
- eine erste Verbindungsschicht,

- die Vakuumisolierverglasung,
- eine zweite Verbindungsschicht und
- die Innenscheibe.

Die Vakuumisolierverglasung ist also in einer bevorzugten Ausgestaltung über jeweils eine
5 Verbindungsschicht mit der Außenscheibe und der Innenscheibe verbunden.

Bei Variante (ii) der Erfindung umfasst die Fahrzeug-Dachscheibe in der angegebenen Reihenfolge in einer bevorzugten Ausgestaltung:

- die Außenscheibe,
- 10 - eine (erste) Verbindungsschicht,
- die Vakuumisolierverglasung.

Die Vakuumisolierverglasung ist also in einer bevorzugten Ausgestaltung über eine Verbindungsschicht mit der Außenscheibe verbunden.

15 In Variante (ii) ist die Vakuumisolierverglasung ein exponiertes Element der Fahrzeug-Dachscheibe, wobei die exponierte innere Scheibe der Vakuumisolierverglasung auch die Innenscheibe der Fahrzeug-Dachscheibe bildet. Innenscheibe und innere Scheibe sind also identisch.

20 In einer Weiterbildung umfasst die erfindungsgemäße Fahrzeug-Dachscheibe außerdem eine Aerogel-Lage. Die Aerogel-Lage kann auch als Aerogel-Schicht bezeichnet werden. Sie ist zwischen der Außenscheibe und der Innenscheibe in die Fahrzeug-Dachscheibe eingelagert. Die Weiterbildung mit Aerogel-Lage ist sowohl bei Variante (i) als auch bei Variante (ii) anwendbar. Die Aerogel-Lage verbessert weiter die thermische Isolierungswirkung der
25 Fahrzeug-Dachscheibe und somit den thermischen Komfort im Fahrzeuginnenraum. Die Aerogel-Lage weist außerdem akustisch isolierende Eigenschaften auf, so dass Außengeräusche in geringerem Maße in den Fahrzeuginnenraum gelangen und auf die Verwendung kostspielige akustisch isolierender thermoplastischer Schichten verzichtet werden kann. Die Aerogel-Lage weist nur ein sehr geringes Gewicht auf, so dass das
30 Gesamtgewicht der Fahrzeug-Dachscheibe ebenfalls vergleichsweise gering ist.

In einer ersten Ausgestaltung der Variante (i) mit Aerogel-Lage ist die Aerogel-Lage in die erste Zwischenschicht eingelagert, also zwischen Außenscheibe und Vakuumisolierverglasung. Die Vakuumisolierverglasung weist also einen größeren Abstand

zur Außenscheibe auf als die Aerogel-Lage. Die Verbundscheibe umfasst dabei in der angegebenen Reihenfolge bevorzugt:

- die Außenscheibe,
- die erste Verbindungsschicht,
- 5 - die Aerogel-Lage,
- eine weitere Verbindungsschicht,
- die Vakuumisolierverglasung,
- die zweite Verbindungsschicht und
- die Innenscheibe.

10 In einer zweiten Ausgestaltung der Variante (i) mit Aerogel-Lage ist die Aerogel-Lage in die zweite Zwischenschicht eingelagert, also zwischen Innenscheibe und Vakuumisolierverglasung. Die Vakuumisolierverglasung weist also einen geringeren Abstand zur Außenscheibe auf als die Aerogel-Lage. Die Verbundscheibe umfasst dabei in der

- 15 angegebenen Reihenfolge bevorzugt:
- die Außenscheibe,
 - die erste Verbindungsschicht,
 - die Vakuumisolierverglasung,
 - die zweite Verbindungsschicht,
 - 20 - die Aerogel-Lage,
 - eine weitere Verbindungsschicht und
 - die Innenscheibe.

Bei Variante (ii) mit Aerogel-Lage sind die Außenscheibe und die Vakuumisolierverglasung

25 über eine Zwischenschicht miteinander verbunden, wobei die Aerogel-Lage in die Zwischenschicht eingelagert ist. Die Verbundscheibe umfasst in der angegebenen Reihenfolge bevorzugt:

- die Außenscheibe,
- die erste Verbindungsschicht,
- 30 - die Aerogel-Lage,
- eine weitere Verbindungsschicht,
- die Vakuumisolierverglasung.

In besonders bevorzugten Ausgestaltungen der vorstehend beschriebenen bevorzugten

35 Konfigurationen besteht die Fahrzeug-Dachscheibe strukturell jeweils nur aus den

angegebenen Elementen. Die Außenscheibe, die Innenscheibe, die thermoplastischen Lage und/oder die Scheiben der Vakuumisolierverglasung können darüber hinaus mit fachüblichen Beschichtungen oder Aufdrucken ausgestattet sein.

- 5 Die Fahrzeug-Dachscheibe umfasst bevorzugt keine großflächigen elektrischen Einheiten. Das ist vorteilhaft im Hinblick auf einen einfachen Aufbau und eine geringe Gesamtdicke. Die Fahrzeug-Dachscheibe umfasst insbesondere bevorzugt keine Photovoltaik-Zellen.

Die Verbindungsschichten haben die Aufgabe, die Bestandteile der Fahrzeug-Dachscheibe, zwischen denen sie angeordnet sind, adhäsiv miteinander zu verbinden. Die Verbindungsschichten sind bevorzugt als thermoplastische Lagen ausgebildet. Die thermoplastischen Lagen können alternativ auch als thermoplastische Schichten bezeichnet werden.

- 15 Die thermoplastischen Lagen sind bevorzugt auf Basis von Polyvinylbutyral (PVB), Ethylen-Vinylacetat (EVA) oder Polyurethan (PU) ausgebildet oder aus Gemischen oder Copolymeren oder Derivaten davon, besonders bevorzugt auf Basis von PVB. Damit ist gemeint, dass die Lage größtenteils das besagte Polymer enthält (Anteil größer als 50 Gew.-%). Die Lage kann außer dem Polymer weitere Zusätze enthalten, beispielsweise Weichmacher, UV-Absorber oder Stabilisatoren. Jede thermoplastische Lage ist bevorzugt aus mindestens einer thermoplastischen Folie ausgebildet. Die Dicke jeder Folie beträgt bevorzugt von 0,2 mm bis 1 mm. Beispielsweise können PVB-Folien mit den Standarddicken von 0,38 mm oder 0,76 mm verwendet werden.

- 25 Die Verbindungsschichten können alternativ beispielsweise als Klebstoffschichten ausgebildet sein. Bevorzugt sind dabei sogenannte optisch klare Klebstoffe (*optically clear adhesives*, OCA). Das ist besonders vorteilhaft im Hinblick auf ein ästhetisches Erscheinungsbild der Fahrzeug-Dachscheibe. OCAs sind dem Fachmann als solche bekannt. Sie zeichnen sich insbesondere durch eine hohe optische Qualität aus. Sie sind insbesondere dort gebräuchlich, wo die hohe optische Qualität notwendig ist, so dass die Klebstoffschicht quasi unsichtbar ist, beispielsweise bei Displays oder Touch Panels. Optisch klare Klebstoffe zeichnen sich insbesondere durch eine hohe Lichttransmission aus und die Tatsache, dass eine verzerrungsarme Durchsicht möglich ist. Der optisch klare Klebstoff ist bevorzugt ein 2-Komponenten-Polyurethan-Klebstoff, ein 1-Komponenten-Acrylat-Klebstoff, ein 1-Komponenten Silikon-Klebstoff oder ein 1-Komponenten-Acrylat-Hybrid-Klebstoff. Da die
- 35

erfindungsgemäße Fahrzeug-Dachscheibe opak ist, sind die optischen Eigenschaften des Klebstoffs nicht entscheidend, so dass nicht unbedingt optisch klare Klebstoffe eingesetzt werden können. Im Grunde kann jeder Klebstoff verwendet werden.

- 5 Grundsätzlich ist auch eine Kombination denkbar, wobei mindestens eine Verbindungsschicht als thermoplastische Lage und mindestens eine andere Verbindungsschicht als Klebstoffschicht ausgebildet ist.

Die Außenscheibe und die Innenscheibe sind bevorzugt Glasscheiben, besonders bevorzugt
10 gefertigt aus Kalk-Natron-Glas, wie es für Fensterscheiben üblich ist. Eine oder beide der Scheiben können grundsätzlich aber auch aus anderen Glassorten gefertigt sein, beispielsweise Quarzglas, Borosilikatglas oder Aluminosilikatglas, oder aus starren klaren Kunststoffen, beispielsweise Polycarbonat oder Polymethylmethacrylat. Die Dicken der Außenscheibe und der Innenscheibe betragen unabhängig voneinander bevorzugt von 0,5
15 mm bis 5 mm, besonders bevorzugt von 1 mm bis 3 mm.

Die Außenscheibe und die Innenscheibe können optional unabhängig voneinander thermisch oder chemisch vorgespannt, teilvorgespannt oder nicht vorgespannt sein. Bei der Variante (ii), wobei die Innenscheibe der Fahrzeug-Dachscheibe und die innere Scheibe der
20 Vakuumisolierverglasung identisch sind, ist es vorteilhaft, wenn die Innenscheibe vorgespannt ist, bevorzugt thermisch vorgespannt. Da die Innenscheibe nur lokal beziehungsweise punktuell über Abstandsmittel mit der benachbarten Schicht (der äußeren Scheibe der Vakuumisolierverglasung) verbunden ist, kann durch die Vorspannung die mechanische Stabilität erhöht werden und der Gefahr von Glasbruch und der Erzeugung gefährlicher
25 Glasscherben verringert werden.

Die Fahrzeug-Dachscheibe ist erfindungsgemäß mit einer Vakuumisolierverglasung ausgestattet. Die Vakuumisolierverglasung umfasst eine äußere Scheibe und eine innere Scheibe, welche über Abstandsmittel voneinander beabstandet sind, so dass ein
30 Zwischenraum zwischen der äußeren Scheibe und der inneren Scheibe ausgebildet wird.

In Variante (i) weisen die äußere Scheibe und die innere Scheibe eine Dicke von beispielsweise 0,3 mm bis 5 mm auf, bevorzugt von 0,3 mm bis 3 mm, besonders bevorzugt von 0,5 mm bis 2 mm, ganz besonders bevorzugt von 0,5 mm bis 1,5 mm, insbesondere von

0,5 mm bis 1 mm. Die äußere und die innere Scheibe sind bevorzugt dünner ausgebildet als die Außenscheibe und die Innenscheibe.

In Variante (ii) weist die äußere Scheibe eine Dicke von beispielsweise 0,3 mm bis 5 mm auf, bevorzugt von 0,3 mm bis 3 mm, besonders bevorzugt von 0,5 mm bis 2 mm, ganz besonders bevorzugt von 0,5 mm bis 1,5 mm, insbesondere von 0,5 mm bis 1 mm. Die innere Scheibe ist identisch mit der Innenscheibe der Verbundscheibe und es gelten die vorstehend für die Innenscheibe angegebenen bevorzugten Dicken.

Die äußere Scheibe und die innere Scheibe sind bevorzugt aus Glas gefertigt. Es kann ebenfalls Kalk-Natron-Glas eingesetzt werden. Insbesondere sehr dünne äußere und innere Scheiben (beispielsweise mit Dicken von 0,5 mm bis 1 mm) können auch aus Aluminosilikatglas ausgebildet sein, welches bevorzugt chemisch vorgespannt ist.

Der Zwischenraum zwischen der äußeren und der inneren Scheibe weist bevorzugt eine Dicke von 0,1 mm bis 1 mm auf, besonders bevorzugt von 0,2 mm bis 0,5 mm. Damit wird eine gute thermische Isolierung erreicht, ohne dass die Dicke der Verbundscheibe zu stark erhöht werden müsste. Die Dicke des Zwischenraums entspricht dem Abstand der einander zugewandten Oberflächen der äußeren und der inneren Scheibe.

Der Zwischenraum ist erfindungsgemäß evakuiert, wodurch sich aus der äußeren Scheibe und der davon beabstandeten inneren Scheibe eine Vakuumisolierverglasung ergibt. Damit ist gemeint, dass im Zwischenraum ein Unterdruck herrscht, also ein Druck, welcher geringer ist als der Umgebungsdruck. Der Druck im Zwischenraum beträgt bevorzugt höchstens 100 mbar, besonders bevorzugt höchstens 10 mbar. Der Druck kann beispielsweise von 0,01 mbar bis 100 mbar betragen, bevorzugt von 0,1 mbar bis 10 mbar.

Die Vakuumisolierverglasung weist Abstandsmittel auf, welche dafür sorgen, dass sich die äußere und die innere Scheibe trotz des zwischen ihnen herrschenden Unterdrucks nicht verformen. Der Abstand zwischen der äußeren und der inneren Scheibe wird durch die Abstandsmittel bevorzugt konstant gehalten, so dass die äußere und die innere Scheibe parallel zueinander angeordnet sind.

Die Abstandsmittel umfassen bevorzugt eine Mehrzahl von Abstandshalter-Säulen. Die Abstandshalter-Säulen sind (bevorzugt gleichmäßig) über die Fläche der äußeren und der

inneren Scheibe verteilt. Die Anzahl der Abstandshalter-Säulen und ihr Abstand zueinander richtet sich nach der Dicke der Scheiben sowie dem im Zwischenraum herrschenden Unterdruck. Je dünner die Scheiben sind (und je geringer der Druck im Zwischenraum), desto eher neigen sie zur Verformung, was eine größere Anzahl von Abstandshalter-Säulen
5 notwendig macht.

Die Abstandshalter-Säulen können transparent oder opak sein. Sie bestehen bevorzugt aus Glas oder Kunststoff.

10 Die Abstandsmittel umfassen besonders bevorzugt außerdem einen umlaufenden Abstandshalter in einem Randbereich zwischen der äußeren Scheibe und der inneren Scheibe. Der umlaufende Abstandshalter verläuft umlaufend in einem Randbereich zwischen der äußeren und der inneren Scheibe. Der evakuierte Zwischenraum wird begrenzt durch die äußere Scheibe, die innere Scheibe und den umlaufenden Abstandshalter. Der
15 Abstandshalter ist beispielsweise als Glas, Kunststoff, Metall oder einer Metalllegierung gefertigt.

Um das Vakuum (genauer gesagt den Unterdruck) im Zwischenraum aufrecht zu erhalten, weist die Vakuumisolierverglasung bevorzugt eine gasdichte Randversiegelung auf. Der
20 umlaufende Abstandshalter (falls vorhanden) kann selbst als Randversiegelung wirken oder die Vakuumisolierverglasung kann mit einer zusätzlichen Randversiegelung ausgestattet sein, beispielsweise aus Glas, einem Metall oder einer Metalllegierung (beispielsweise rostfreiem Stahl, Silber oder Kupfer) oder einem gasdichten Kunststoff.

25 Die erfindungsgemäße Fahrzeug-Dachscheibe ist opak, erlaubt also keine Durchsicht. Die Lichttransmission der Fahrzeug-Dachscheibe beträgt bevorzugt weniger als 2%, besonders bevorzugt weniger als 0,5%, insbesondere 0% auf. Mit Lichttransmission ist dabei die Gesamttransmission gemeint, bestimmt durch das durch ECE-R 43, Anhang 3, § 9.1 festgelegte Verfahren zur Prüfung der Lichtdurchlässigkeit von Kraftfahrzeugscheiben. Dies
30 wird dadurch erreicht, dass die Fahrzeug-Dachscheibe mindestens ein Bauteil aufweist, welches opak ausgebildet ist. Das besagte opake Bauteil ist vollflächig vorhanden, deckt die Fahrzeug-Dachscheibe also über ihre gesamte Fläche ab.

In einer ersten Ausgestaltung der Fahrzeug-Dachscheibe ist das besagte opake Bauteil
35 mindestens eine der Verbindungsschichten. Mindestens eine der Verbindungsschichten ist

opak ausgebildet. Es kann beispielsweise eine opak-getönte thermoplastische Lage beziehungsweise Folie eingesetzt werden oder eine Klebstoffschicht mit opak-tönenden Additiven. Die besagte mindestens eine opake Verbindungsschicht ist insbesondere

- bei Variante (i): die erste Verbindungsschicht oder die zweite Verbindungsschicht,
- 5 - bei Variante (ii): die (erste) Verbindungsschicht,
- bei Variante (i) mit Aerogel-Lage: die erste Verbindungsschicht, die zweite Verbindungsschicht oder die weitere Verbindungsschicht,
- bei Variante (ii) mit Aerogel-Lage: die erste Verbindungsschicht oder die weitere Verbindungsschicht.

10 In einer zweiten Ausgestaltung der Fahrzeug-Dachscheibe ist das besagte opake Bauteil mindestens eine der externen Scheiben. Die Außenscheibe und/oder die Innenscheibe ist beziehungsweise sind opak ausgebildet. Es kann beispielsweise eine opak-getönte Glasscheibe eingesetzt werden. Alternativ kann die betreffende Glasscheibe eine opake
15 Beschichtung aufweisen.

In einer dritten Ausgestaltung der Fahrzeug-Dachscheibe ist das besagte opake Bauteil die Vakuumisolierverglasung beziehungsweise Teil der Vakuumisolierverglasung. Die äußere Scheibe und/oder die innere Scheibe ist beziehungsweise sind opak ausgebildet. Es kann
20 beispielsweise eine opak-getönte Glasscheibe eingesetzt werden. Alternativ kann die betreffende Glasscheibe eine opake Beschichtung aufweisen.

Es ist möglich, dass die Vakuumisolierverglasung vollflächig in der Fahrzeug-Dachscheibe vorhanden ist, sich also bis zu den Seitenkanten der Fahrzeug-Dachscheibe erstreckt. Es ist
25 alternativ aber auch möglich, dass die Vakuumisolierverglasung in einem Ausschnitt einer thermoplastischen Lage angeordnet ist, von der sie rahmenartig umgeben wird (insbesondere bei Variante (i)), oder dass die Vakuumisolierverglasung von einer sonstigen polymeren Einkapselung rahmenartig umgeben ist. Im Randbereich der Fahrzeug-Dachscheibe ist dann keine Vakuumisolierverglasung vorhanden und somit auch keine thermische Abschirmung,
30 was aber akzeptabel sein kann. Die rahmenartige thermoplastische Lage beziehungsweise die Einkapselung sollte eine Breite von höchstens 10 cm aufweisen, bevorzugt höchstens 5 cm. Wenn die Opazität der Fahrzeug-Dachscheibe durch die Vakuumisolierverglasung bereitgestellt wird, so sollte in diesem Fall auch die rahmenartige thermoplastische Lage beziehungsweise die rahmenartige Einkapselung opak (und bevorzugt mit der gleichen Farbe
35 wie die Vakuumisolierverglasung) ausgebildet sein. Das besagte opake Bauteil umfasst dann

die Vakuumisolierverglasung und die diese rahmenartig umgebende thermoplastische Lage beziehungsweise Einkapselung.

In einer vierten Ausgestaltung der Fahrzeug-Dachscheibe ist das besagte opake Bauteil die Aerogel-Lage beziehungsweise umfasst die Aerogel-Lage, falls eine solche Aerogel-Lage vorhanden ist. Es kann ein an sich opakes Aerogel eingesetzt werden oder ein an sich transparentes oder transluzentes Aerogel, welches mit opak-tönenden Additiven versehen ist. Da die Aerogel-Lage jedoch typischerweise optisch weniger gute Eigenschaften aufweist als die Scheiben oder die Verbindungsschichten, was zu einem weniger gleichmäßigen ästhetischen Erscheinungsbild führen kann, ist eine opake Aerogel-Lage gegenüber einer opaken Scheibe oder einer opaken Verbindungsschicht weniger bevorzugt.

Es ist möglich, dass die Aerogel-Lage vollflächig in der Fahrzeug-Dachscheibe vorhanden ist, sich also bis zu den Seitenkanten der Fahrzeug-Dachscheibe erstreckt. Es ist alternativ aber auch möglich, dass die Aerogel-Lage in einem Ausschnitt einer thermoplastischen Lage angeordnet ist, von der sie rahmenartig umgeben wird. Im Randbereich der Fahrzeug-Dachscheibe ist dann keine Aerogel-Lage vorhanden und somit auch keine thermische Abschirmung, was aber akzeptabel sein kann. Die rahmenartige thermoplastische Lage sollte eine Breite von höchstens 10 cm aufweisen, bevorzugt höchstens 5 cm. Wenn die Opazität der Fahrzeug-Dachscheibe durch die Aerogel-Lage bereitgestellt wird, so sollte in diesem Fall auch die rahmenartige thermoplastische Lage opak (und bevorzugt mit der gleichen Farbe wie die Aerogel-Lage) ausgebildet sein. Das besagte opake Bauteil umfasst dann die Aerogel-Lage und die diese rahmenartig umgebende thermoplastische Lage.

Da das opake Bauteil in vorteilhaften Anwendungen die äußere Farbe der Fahrzeug-Dachscheibe and die Fahrzeug-Lackierung anpassen soll, ist es vorteilhaft, wenn das opake Bauteil möglichst außenliegend angeordnet ist. Sie wird ein besonders einheitlicher Farbeindruck des Fahrzeugs erzeugt. Im Falle einer opaken Scheibe oder einer opaken Verbindungsschicht ist es also besonders bevorzugt, wenn die Außenscheibe oder die erste (mit der Außenscheibe in Kontakt befindliche) Verbindungsschicht opak ausgebildet sind.

Es sind auch Kombinationen der vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen möglich.

Es ist auch denkbar, dass das opake Bauteil in Form einer eigens dafür vorgesehen Folie bereitgestellt wird, welche in einer der Zwischenschichten integriert wird, beispielsweise

angeordnet zwischen zwei thermoplastischen Lagen. Die Folie kann beispielsweise eine Folie auf Basis von Polyethylenterephthalat (PET) sein, welche opak-getönt beziehungsweise -gefärbt ist.

5 In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst die Fahrzeug-Dachscheibe innenraumseitig zum besagten opaken Bauteil eine weitere gefärbte Lage, welche die innenraumseitige Farbe der Dachscheibe an die Farbgestaltung des Fahrzeuginnenraums anpasst. Diese weitere gefärbte Lage kann, muss aber nicht opak sind. So ist es beispielsweise möglich, dass die Außenscheibe und/oder die erste Verbindungsschicht opak ausgebildet sind mit der Farbe
10 der Fahrzeug-Lackierung und die Innenscheibe und/oder die zweite beziehungsweise weitere Verbindungsschicht gefärbt ausgebildet sind mit einer an den Fahrzeuginnenraum angepassten Farbe.

Die von der Zwischenschicht abgewandte, innenraumseitige Oberfläche der Innenscheibe ist
15 in einer vorteilhaften Ausgestaltung mit einer emissivitätsmindernden Beschichtung versehen. Emissivitätsmindernde Beschichtungen sind auch als Wärmestrahlung reflektierende Beschichtungen, Beschichtungen niedriger Emissivität oder LowE-Beschichtungen (*low emissivity*) bekannt. Mit Emissivität wird das Maß bezeichnet, welches angibt, wie viel Wärmestrahlung die Scheibe in Einbaulage im Vergleich zu einem idealen Wärmestrahler
20 (einem schwarzen Körper) in einen Innenraum abgibt. Emissivitätsmindernde Beschichtungen haben die Funktion, die Einstrahlung von Wärme in den Innenraum zu vermeiden (IR-Anteile der Sonnenstrahlung und insbesondere die thermische Strahlung der Scheibe selbst) und ebenso die Abstrahlung von Wärme aus dem Innenraum heraus. Sie weisen reflektierende Eigenschaften gegenüber infraroter Strahlung auf, insbesondere gegenüber Wärmestrahlung
25 im Spektralbereich von 5 μm – 50 μm (vgl. auch Norm DIN EN 12898:2019-06). Dadurch wird der thermische Komfort im Innenraum wirkungsvoll verbessert. Die emissivitätsmindernden Beschichtungen können bei hohen Außentemperaturen und Sonneneinstrahlung die von der gesamten Scheibe in Richtung des Innenraums abgestrahlte Wärmestrahlung zumindest teilweise reflektieren. Bei niedrigen Außentemperaturen können sie die aus dem Innenraum
30 abgestrahlte Wärmestrahlung reflektieren und somit die Wirkung der kalten Scheibe als Wärmesenke verringern. Durch die emissivitätsmindernde Beschichtung wird der thermische Komfort im Innenraum weiter erhöht.

Die emissivitätsmindernde Beschichtung ist typischerweise ein transparenter Stapel von
35 Dünnschichten. Die emissivitätsmindernde Beschichtung weist bevorzugt mindestens eine,

besonders bevorzugt genau eine elektrisch leitfähige Schicht auf, welche die IR-reflektierenden Eigenschaften bereitstellt. Die leitfähige Schicht ist bevorzugt auf Basis eines transparenten leitfähigen Oxids (TCO, *transparent conductive oxide*) ausgebildet, insbesondere Indium-Zinn-Oxid (ITO, *indium tin oxide*), alternativ Indium-Zink-Mischoxid (IZO), Gallium-dotiertes Zinnoxid (GZO), Fluor-dotiertes Zinnoxid (FTO, $\text{SnO}_2\text{:F}$), Antimon-dotiertes Zinnoxid (ATO, $\text{SnO}_2\text{:Sb}$) oder Niob-dotiertes Titanoxid ($\text{TiO}_2\text{:Nb}$). Im Gegensatz zu Metallen sind TCOs nicht korrosionsanfällig, so dass sie auf der exponierten innenraumseitigen Oberfläche der Innenscheibe eingesetzt werden können. Außer der leitfähigen Schicht weist die Beschichtung typischerweise dielektrische Schichten auf (beispielsweise auf Basis von Siliziumoxid oder -nitrid), die insbesondere der Optimierung der optischen Eigenschaften (beispielsweise Lichttransmission) dienen oder als Barrierschichten zur Regulierung von Sauerstoffdiffusion bei der Abscheidung der Beschichtung dienen.

Die der Zwischenschicht zugewandte, innenraumseitige Oberfläche der Außenscheibe ist in einer vorteilhaften Ausgestaltung mit einer Sonnenschutzbeschichtung versehen. Sonnenschutzbeschichtungen sind auch als IR-reflektierende Beschichtungen oder *Solar Control*-Beschichtungen bekannt. Die Sonnenschutzbeschichtung weist reflektierende Eigenschaften im nahen Infrarot-Bereich auf und ist dazu geeignet, infrarote Anteile der Sonnenstrahlung zu reflektieren, so dass die darunter befindlichen Schichten der Verbundscheibe weniger stark erwärmt werden. Dies wirkt sich wiederum vorteilhaft auf eine niedrige Emissivität der Fahrzeug-Dachscheibe aus, die sich weniger stark erwärmt und daher weniger Wärmestrahlung aussendet. Die Sonnenschutzbeschichtung ist typischerweise ein Stapel von Dünnschichten mit mindestens einer Schicht auf Basis eines Metalls, insbesondere Silber. Außerdem sind meist dielektrische Schichten vorhanden, welche die optischen Eigenschaften der Beschichtung optimieren (beispielsweise Antireflexionsschichten oder Schichten zur Beeinflussung der Struktur der metallischen Schicht) und/oder die metallische Schicht vor Korrosion schützen. Die dielektrischen Schichten können beispielsweise auf Basis von Siliziumnitrid, Zinkoxid, Zinn-Zink-Oxid, Silizium-Metall-Mischnitriden wie Silizium-Zirkonium-Nitrid, Zirkoniumoxid, Nioboxid, Hafniumoxid, Tantaloxid, Wolframoxid oder Siliziumcarbid ausgebildet sein. Die Sonnenschutzbeschichtung ist insbesondere dann sinnvoll, wenn die Außenscheibe transparent ausgebildet ist und das opake Element beispielsweise eine der Verbindungsschichten ist. Die Sonnenschutzbeschichtung kann alternativ auch auf einer Trägerfolie (beispielsweise aus PET) aufgebracht sein, welche in eine Zwischenschicht

eingelagert ist, bevorzugt in die erste Zwischenschicht, beispielsweise angeordnet zwischen zwei thermoplastischen Lagen.

Wie bereits beschrieben weisen Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe eine Aerogel-Lage auf. Die Dicke der Aerogel-Lage kann den Erfordernissen des konkreten Anwendungsfalls entsprechend gewählt werden. Dabei spielen insbesondere die Wärmeleitfähigkeit des Aerogels (welche wiederum vom Material, Dichte und Porosität abhängig ist), die Wärmeaufnahme der Verbundscheibe (welche wiederum von den übrigen Bestandteilen der Verbundscheibe abhängig ist, insbesondere von Material, Dicke und Tönungsgrad der Außenscheibe, der Innenscheibe und der Verbindungsschichten) sowie der erwünschte Wärmeeintrag (also der gewünschte TTS-Wert, die insgesamt eingestrahlte Sonnenenergie) eine Rolle. Bevorzugt weist die Aerogel-Lage eine Dicke im Bereich von 0,1 mm bis 10 mm auf, besonders bevorzugt von 0,2 mm bis 8 mm, insbesondere von 0,5 mm bis 6 mm oder von 0,5 mm bis 5 mm. Damit werden bei typischen Anwendungen gute Ergebnisse erzielt. Ganz besonders bevorzugt weist die Aerogel-Lage eine Dicke von 1 mm bis 4 mm auf. Bei typischen Anwendungen wird bereits mit einer solch geringen Dicke der Aerogel-Lage eine gute thermische Isolierung erreicht, weil durch die Vakuumisolierverglasung die thermische Isolierung weiter verbessert wird. Dadurch können Verbundscheiben mit vorteilhaft dünnen Aerogel-Lagen realisiert werden.

Anders als der Name zunächst vermuten lässt sind Aerogele keine Gele, sondern hochporöse Festkörper. Der Name rührt daher, dass Aerogele typischerweise aus Gelen hergestellt werden, wobei die flüssige Komponente des Gels durch ein Gas ersetzt wird, ohne dass die Gelstruktur kollabiert, beispielsweise durch superkritische Trocknung oder Gefriertrocknung. Aerogele bestehen strukturell aus einer Verästelung von Partikelketten (dendritische Struktur) mit sehr vielen Zwischenräumen (Poren), insbesondere in Form offener Poren. Die Partikelketten weisen Kontaktstellen zueinander auf, so dass das Aerogel als stabiles, schwammartiges Netz aufgefasst werden kann. Die Partikelketten selbst ergeben sich häufig durch die Fusion von beispielsweise sphärischen Partikeln. Ein sehr hoher Volumenanteil der Aerogele besteht aus Poren, insbesondere offenen Poren. Daher weisen Aerogele eine sehr geringe Dichte auf. Die erfindungsgemäße Aerogel-Lage hat daher ein geringes Gewicht, so dass das Gewicht der Verbundscheibe selbst durch vergleichsweise dicke Aerogel-Lagen nicht wesentlich erhöht wird. Aerogele können darüber hinaus eine hohe optische Transparenz aufweisen, was für Anwendungen in Verglasungen besonders vorteilhaft sein kann. Aerogele können beispielsweise durch Sol-Gel-Verfahren hergestellt werden.

Es können Einlagerungen in den Poren vorhanden, beispielsweise um die mechanischen, thermischen oder optischen Eigenschaften der Aerogel-Lage zu beeinflussen. Die Poren sind typischerweise luftgefüllt, abgesehen von etwaigen Einlagerungen. Die erfindungsgemäße Aerogel-Lage kann auch als Lage oder Schicht aus einem Aerogel oder auf Basis eines Aerogels bezeichnet werden.

Unter der Porosität wird im Sinne der Erfindung der Anteil des Volumens der Poren am Gesamtvolumen des Aerogels bezeichnet. Die erfindungsgemäße Aerogel-Lage ist bevorzugt aus einem Aerogel beziehungsweise auf Basis eines Aerogels ausgebildet, welches eine Porosität von 50% bis 99,98% aufweist, besonders bevorzugt von 80% bis 99%, ganz besonders bevorzugt von 85% bis 98%. Die Porosität kann durch Gassorptionsmessung bestimmt werden, insbesondere mit Kohlendioxid (CO₂) als Messgas bei einer Temperatur von 273 K.

Die Porengröße des Aerogels beträgt bevorzugt von 1 nm bis 50 nm, besonders bevorzugt von 10 nm bis 40 nm. Damit ist insbesondere der Durchmesser der typischerweise näherungsweise kugelförmigen Poren gemeint. Auch die Porengröße kann mit der besagten Gassorptionsmessung bestimmt werden.

Die Dichte des Aerogels beträgt bevorzugt von 0,16 mg/cm³ bis 500 mg/cm³, besonders bevorzugt von 10 mg/cm³ bis 300 mg/cm³. Damit ist die Rohdichte gemeint basierend auf dem Volumen einschließlich der Porenräume, wobei die Luft in den Poren nicht in die Masse eingerechnet wird.

Die Partikel, welches das Netzwerk an Partikelketten aufbauen, weisen typischerweise eine Größe von 1 nm bis 10 nm auf.

Aerogele können aus verschiedenen Materialien gebildet werden (Material der Partikelketten).

Das Aerogel der erfindungsgemäßen Aerogel-Lage ist bevorzugt aus Silikat, aus einem Polymer, aus Kohlenstoff, aus Cellulose oder aus einem Metalloxid ausgebildet. Grundsätzlich sind sämtliche Polymere und Metalloxide geeignet. Beispiele sind Polyimid für ein Polymer und Aluminiumoxid, Titanoxid, Zirkoniumoxid (alle transparent und weiß oder bläulich), Eisenoxid (opak, rot oder gelb), Chromoxid (opak, grün oder blau) und Vanadiumoxid (opak, olivgrün) für Metalloxide. Silikat-Aerosole besitzen streng genommen

nicht die chemische Zusammensetzung eines Silikats, sondern etwa $\text{SiO}(\text{OH})_y(\text{OR})_z$, wobei R ein organischer Rest ist und die Parameter y und z vom Herstellungsprozess abhängig sind. Sie werden dennoch allgemein derart bezeichnet und der Ausdruck Silikat auch im Rahmen der vorliegenden Erfindung entsprechend benutzt. Im Englischen ist auch die Bezeichnung „silica aerogel“ gebräuchlich (also SiO_2 -Aerogel). Für die erfindungsgemäße Aerogel-Lage sind Silikat-Aerogele, Polymer-Aerogele und Cellulose-Aerogele besonders bevorzugt. Diese Aerogele sind gut erforscht und bereits in großer Zahl kommerziell erhältlich.

Die erfindungsgemäße Aerogel-Lage kann strukturell unterschiedlich ausgebildet sein und in die Fahrzeug-Dachscheibe integriert werden, insbesondere

- als sogenanntes Blanket („Decke“) oder Matte; darunter wird ein Verbundwerkstoff verstanden aus einem Aerogel (insbesondere Silikat-Aerogel) und einem Werkstoff, welcher die mechanischen Eigenschaften beeinflusst; der besagte Werkstoff ist insbesondere ein Faser-Werkstoff (beispielsweise Glasfasern); Blankets sind flexibel und können beispielsweise auf Rollen bereitgestellt werden; eine solche Matte kann beispielsweise aus einem Aerogel-Filz (insbesondere Silikat-Aerogel-Filz) ausgebildet sein;
- als Folie; Folien sind flexibel und können ebenfalls beispielsweise auf Rollen bereitgestellt werden; sie können beispielsweise aus einem oder auf Basis eines Polymer-Aerogels ausgebildet sein, welches optional Einlagerungen aufweisen kann; eine Aerogel-Folie kann eine Trägerfolie (beispielsweise aus PET oder Polyimid) umfassen, auf der eine Aerogel-Schicht angeordnet ist;
- als starre Schicht („Platte“);
- in Form von Granulat (mit Partikelgrößen beispielsweise im Millimeter-Bereich) oder Partikeln (mit Partikelgrößen beispielsweise im Mikrometer-Bereich).

Die Aerogel-Lage kann optional eine Randversiegelung aufweisen, beispielsweise in Form eines polymeren Bandes oder einer polymeren Folie.

Da die Aerogel-Lage akustisch dämpfende Eigenschaften aufweist, kann auch die Verwendung sogenannter akustischer thermoplastischer Folien als Verbindungsschichten verzichtet werden. Stattdessen werden bevorzugt einlagige Folien verwendet, wenn die Fahrzeug-Dachscheibe mit einer Aerogel-Lage ausgestattet ist, was deutlich kostengünstiger ist.

Die Fahrzeug-Dachscheibe kann plan sein oder auch zylindrisch oder sphärisch gebogen. Insbesondere bei Dachscheiben von Personenkraftwagen sind sphärisch gebogene Verbundscheiben üblich.

5 Die Fahrzeug-Dachscheibe kann den Erfordernissen im konkreten Anwendungsfall entsprechend beliebige Beschichtungen, Lackierungen oder Dekorationen aufweisen. Beispielsweise kann auf der innenraumseitigen, zur Zwischenschicht hingewandten Oberfläche der Außenscheibe ein Digitaldruck, ein Siebdruck oder jede beliebige Art von Farbbeschichtung aufgebracht werden (vor oder nach einem etwaigen Biegeprozess). Auch
10 dadurch kann die Außenscheibe opak und mit der gewünschten Farbe ausgestaltet werden.

Die Fahrzeug-Dachscheibe kann hergestellt werden, indem die einzelnen Lagen in der vorgesehenen Reihenfolge zu einem Schichtstapel gestapelt werden und anschließend miteinander laminiert werden. Hierzu können an sich bekannte Verfahren zum Einsatz
15 kommen, beispielsweise Autoklavverfahren, Vakuumsackverfahren, Vakuumringverfahren, Kalanderverfahren, Vakuumlaminatoren oder Kombinationen davon. Die Verbindung von Außenscheibe und Innenscheibe erfolgt dabei üblicherweise unter Einwirkung von Hitze, Vakuum und/oder Druck.

20 Die Erfindung umfasst außerdem die Verwendung einer erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe in Fortbewegungsmitteln für den Verkehr auf dem Lande, in der Luft oder zu Wasser, insbesondere als Dachscheibe eines Personenkraftwagens oder Lastkraftwagens.

Die Erfindung umfasst außerdem ein Fahrzeug, welches mit einer erfindungsgemäßen
25 Fahrzeug-Dachscheibe ausgestattet ist. Die Fahrzeug-Dachscheibe ist dabei in einer Öffnung der Fahrzeugkarosserie im Bereich des Dachs installiert. Das Fahrzeug kann im Prinzip jedes beliebige Land-, Luft oder Wasserfahrzeug sein. Das Fahrzeug ist bevorzugt ein Kraftfahrzeug oder Schienenfahrzeug, besonders bevorzugt ein Personenkraftwagen oder Lastkraftwagen.

30 Um ein einheitliches Erscheinungsbild des Fahrzeugs zu gewährleisten, weist die Fahrzeug-Dachscheibe bevorzugt die gleiche Farbe auf wie die Fahrzeugkarosserie beziehungsweise die Fahrzeug-Lackierung. Die Farbe der Fahrzeug-Dachscheibe wird typischerweise im Wesentlichen durch die Farbe des opaken Bauteils bestimmt, welches daher bevorzugt die gleiche Farbe aufweist wie die Fahrzeug-Lackierung. Die Farbe der Dachscheibe und der
35 Fahrzeugkarosserie können als außenseitige Reflexionsfarbe beurteilt werden, gemessen mit

einer Standardlichtquelle D65 (Normlichtart D65) unter einem Winkel von 8° (Einstrahl- und Beobachtungswinkel) mit einem 2° -Detektor. Im Sinne der Erfindung weisen die Dachscheibe und die Fahrzeugkarosserie dann die gleiche Farbe auf, wenn der Farbabstand ΔE im Lab-Farbraum (CIELAB der Internationale Beleuchtungskommission CIE, vgl. die Norm EN ISO 11664-4) kleiner oder gleich 3 beträgt, bevorzugt kleiner oder gleich 2.

Es kann aber auch bewusst gewünscht sein, dass sich die erfindungsgemäße Fahrzeug-Dachscheibe optisch von der Karosserie abhebt und daher eine andere Farbe aufweist als diese. Die Fahrzeug-Dachscheibe muss auch nicht einheitlich gefärbt sein. Sie (beziehungsweise das opake Bauteil) kann auch mehrfarbig ausgebildet sein. Dadurch können beispielsweise Muster, Symbole oder Nationalflaggen dargestellt werden.

Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung und Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die Zeichnung ist eine schematische Darstellung und nicht maßstabsgetreu. Die Zeichnung schränkt die Erfindung in keiner Weise ein. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe,
Fig. 2 einen Querschnitt entlang X-X' durch die Fahrzeug-Dachscheibe aus Figur 1,
Fig. 3 einen Querschnitt entlang X-X' durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe,
10 Fig. 4 einen Querschnitt entlang X-X' durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe,
Fig. 5 einen Querschnitt entlang X-X' durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe und
Fig. 6 einen Querschnitt entlang X-X' durch eine weitere Ausgestaltung der
15 erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe.

Figur 1 und Figur 2 zeigen je ein Detail einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe. Die Fahrzeug-Dachscheibe ist insgesamt opak ausgebildet, erlaubt
20 also keine Durchsicht. Eine solche Fahrzeug-Dachscheibe kann den Herstellungsprozess von Fahrzeugen vereinfachen. Der Fahrzeughersteller muss nur eine einzige Art von Fahrzeugkarosserie fertigen mit einer Dachöffnung. Für Modelle mit „Glasdach“ kann in diese Dachöffnung eine transparente Dachscheibe eingesetzt werden. Für Modelle ohne „Glasdach“ kann die erfindungsgemäße opake Dachscheibe eingesetzt werden. Wenn diese
25 die gleiche Farbe aufweist wie die Fahrzeuglackierung, passt sie sich unauffällig in das Erscheinungsbild des Fahrzeugs ein.

Die Fahrzeug-Dachscheibe ist als Verbundscheibe ausgebildet. Sie besteht aus einer Außenscheibe 1 und einer Innenscheibe 2, die miteinander verbunden sind. Die
30 Außenscheibe 1 und die Innenscheibe 2 bestehen aus ungetöntem Kalk-Natron-Glas, wobei die Außenscheibe 1 eine Dicke von beispielsweise 2,1 mm aufweist und die Innenscheibe 2 eine Dicke von beispielsweise 1,6 mm. Die Außenscheibe 1 ist in Einbaulage der äußeren Umgebung des Fahrzeugs zugewandt, die Innenscheibe 2 dem Fahrzeug-Innenraum.

Um den thermischen Komfort im Fahrzeug-Innenraum zu verbessern, ist eine Vakuumisolierverglasung 5 zwischen der Außenscheibe 1 und der Innenscheibe 2 in die Fahrzeug-Dachscheibe eingelagert. Die Vakuumisolierverglasung 5 ist über eine erste Verbindungsschicht 3a mit der Außenscheibe 1 verbunden und über eine zweite Verbindungsschicht 3b mit der Innenscheibe 2. Die Verbindungsschichten 3a, 3b sind thermoplastische Lagen, die jeweils aus einer Folie auf Basis von PVB mit einer Dicke von 0,76 mm ausgebildet sind. Die erste Verbindungsschicht 3a ist durch eine starke Tönung beziehungsweise Färbung opak ausgebildet und verleiht der Fahrzeug-Dachscheibe ihre Opazität. Die zweite Verbindungsschicht 3b ist klar und ungetönt.

Die Vakuumisolierverglasung 5 ist gebildet aus einer äußeren Scheibe 5a und einer inneren Scheibe 5b, welche über einen umlaufenden Abstandshalter 5d im Randbereich sowie über gleichmäßig über die Fläche verteilte Abstandshalter-Säulen 5e miteinander verbunden sind und auf Abstand gehalten werden. Dadurch wird ein Zwischenraum 5c zwischen der äußeren Scheibe 5a und der inneren Scheibe 5b ausgebildet, welcher evakuiert ist. Die äußere Scheibe 5a ist der Außenscheibe 1 zugewandt und ist über die erste Verbindungsschicht 3a mit der Außenscheibe 1 verbunden. Die innere Scheibe 5b ist der Innenscheibe 2 zugewandt und über die zweite Verbindungsschicht 3b mit dieser verbunden. Die äußere Scheibe 5a und die innere Scheibe 5b sind jeweils aus chemisch vorgespanntem Aluminosilikatglas ausgebildet und weisen eine Dicke von jeweils 0,7 mm auf. Der Zwischenraum 5c weist eine Dicke von 0,3 mm auf. Die Abstandshalter-Säulen 5e sind aus Glas oder einem transparenten Kunststoff ausgebildet. Der umlaufende Abstandshalter 5d ist aus einem Kunststoff ausgebildet. Außerdem ist der umlaufende Abstandshalter 5d mit einer nicht dargestellten Randversiegelung ausgestattet, welche den Zwischenraum 5c gasdicht abschließt.

Im Vergleich zu einem klassischen Blechdach als Teil der Fahrzeugkarosserie wird eine Fahrzeug-Dachscheibe durch die Sonnenstrahlung stark erwärmt. Sie sendet daraufhin ihrerseits Wärmestrahlung aus, welche den thermischen Komfort im Innenraum herabsetzt. Diesem Problem wird erfindungsgemäß mit der Vakuumisolierverglasung 5 begegnet. Die Vakuumisolierverglasung 5 weist thermisch isolierende Eigenschaften auf, so dass der Energieeintrag in den Fahrzeuginnenraum reduziert wird. Bei geringen Außentemperaturen wird umgekehrt der Wärmeverlust über die Dachscheibe reduziert.

Um den Energieeintrag in den Fahrzeuginnenraum weiter zu verringern, weist die Fahrzeug-Dachscheibe zwei Beschichtungen auf: eine Sonnenschutzbeschichtung 4 auf der

innenraumseitigen, zur Zwischenschicht hingewandten Oberfläche der Außenscheibe 1 und eine emissivitätsmindernde Beschichtung 7 auf der innenraumseitigen, von der Zwischenschicht abgewandten Oberfläche der Innenscheibe 2.

5 Die Sonnenschutzbeschichtung 4 weist IR-reflektierenden Eigenschaften im nahen IR-Bereich auf und reflektiert infrarote Anteile der Sonnenstrahlung. Die Sonnenschutzbeschichtung 4 reduziert daher die Erwärmung der (von außen aus gesehen) hinter ihr befindlichen Bestandteile der Fahrzeug-Dachscheibe – insbesondere auch der stark getönten ersten Verbindungsschicht 3a. Da die Dachscheibe weniger stark erwärmt wird,
10 kann sie ihrerseits ein geringes Maß an Wärmestrahlung aussenden. Die Sonnenschutzbeschichtung 4 ist ein Stapel dünner Schichten, darunter mehrere Silberschichten, welche alternierend mit dielektrischen Schichten oder Schichtenfolgen angeordnet sind. Die emissivitätsmindernde Beschichtung 7 weist reflektierende Eigenschaften im mittleren IR-Bereich auf und wirkt insbesondere auf Wärmestrahlung. Sie verringert im Sommer die Einstrahlung von Wärmestrahlung der Dachscheibe in den
15 Fahrzeuginnenraum und im Winter den Wärmeverlust über die Dachscheibe. Auch die emissivitätsmindernde Beschichtung 7 ist ein Stapel dünner Schichten, darunter eine ITO-Schicht sowie dielektrische Schichten.

20 Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe. Sie unterscheidet sich von der vorstehenden Ausgestaltung der Figur 2 dadurch, dass die Vakuumisolierverglasung 5 nicht zwischen der Außenscheibe 1 und einer separaten Innenscheibe 2 angeordnet ist. Stattdessen ist die Innenscheibe 2 Teil der Vakuumisolierverglasung 5 und bildet auch deren innere Scheibe 5b.

25 Die Außenscheibe 1 mit der Sonnenschutzbeschichtung 4 und die erste Verbindungsschicht 3a, sind genauso ausgebildet wie in der Ausgestaltung der Figur 2.

30 Die äußere Scheibe 5a der Vakuumisolierverglasung 5 ist wiederum eine chemisch vorgespannte Scheibe aus Aluminosilikatglas mit einer Dicke von 0,7 mm. Sie ist über einen umlaufenden Abstandshalter 5d und über Abstandshalter-Säulen 5e mit der Innenscheibe 2 verbunden, welche gleichermaßen die innere Scheibe 5b der Vakuumisolierverglasung 5 ist. Die Innenscheibe 2, 5b besteht aus thermisch vorgespanntem Kalk-Natron-Glas und weist eine Dicke von 1,6 mm auf. Der Zwischenraum 5c weist eine Dicke von 0,3 mm auf und ist

evakuiert. Die innenraumseitige Oberfläche der Innenscheibe 2 ist wieder mit einer emissivitätsmindernden Beschichtung 7 versehen.

Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe. Sie unterscheidet sich von der vorstehenden Ausgestaltung der Figur 2 dadurch, dass die Fahrzeug-Dachscheibe zwischen der Vakuumisolierverglasung 5 und der Außenscheibe 1 eine Aerogel-Lage 6 umfasst.

Durch die Aerogel-Lage 6 werden die thermisch isolierenden Eigenschaften der Fahrzeug-Dachscheibe weiter verbessert. Außerdem weist die Aerogel-Lage 6 akustisch isolierende Eigenschaften auf, so dass störende Außengeräusche im Fahrzeug-Innenraum weniger wahrnehmbar sind. Aufgrund ihres geringen Gewichts steigert sie das Gesamtgewicht der Fahrzeug-Dachscheibe nur unwesentlich.

Die Außenscheibe 1 mit der Sonnenschutzbeschichtung 4, die erste Verbindungsschicht 3a, die Vakuumisolierverglasung 5, die zweite Verbindungsschicht 3b und die Innenscheibe 2 mit der emissivitätsmindernden Beschichtung 7 sind genauso ausgebildet wie in der Ausgestaltung der Figur 2.

Die Aerogel-Lage 6 ist über die opake erste Verbindungsschicht 3a mit der Außenscheibe 1 verbunden und über eine weitere Verbindungsschicht 3c mit der Vakuumisolierverglasung 5. Die weitere Verbindungsschicht 3c ist ebenfalls eine thermoplastische Lage, die aus einer Folie auf Basis von PVB mit einer Dicke von 0,76 mm ausgebildet ist.

Die Aerogel-Lage 6 weist beispielsweise eine Dicke von 3 mm auf. Sie ist beispielsweise als sogenanntes Blanket ausgebildet, aus einem Silikat-Aerogel mit Glasfaser-Einlagerungen, welche der Aerogel-Lage 6 mechanische Stabilität und eine Flexibilität verleihen.

Figur 5 zeigt einen Querschnitt durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe. Sie unterscheidet sich von der vorstehenden Ausgestaltung der Figur 4 dadurch, dass die Aerogel-Lage 6 nicht zwischen der Außenscheibe 1 und der Vakuumisolierverglasung 5, sondern zwischen der Vakuumisolierverglasung 5 und der Innenscheibe 2 angeordnet ist.

Die Außenscheibe 1 mit der Sonnenschutzbeschichtung 4, die erste Verbindungsschicht 3a, die Vakuumisolierverglasung 5, die zweite Verbindungsschicht 3b, die Aerogel-Lage 6, die weitere Verbindungsschicht 3c und die Innenscheibe 2 mit der emissivitätsmindernden Beschichtung 7 sind genauso ausgebildet wie in der Ausgestaltung der Figur 4.

5

Die Aerogel-Lage 6 ist über die opake zweite Verbindungsschicht 3b mit der Vakuumisolierverglasung 5 verbunden und über die weitere Verbindungsschicht 3c mit der Innenscheibe 2.

10

Figur 6 zeigt einen Querschnitt durch eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Fahrzeug-Dachscheibe. Sie unterscheidet sich von der Ausgestaltung der Figur 3 dadurch, dass die Fahrzeug-Dachscheibe zwischen der Außenscheibe 1 und der Vakuumisolierverglasung 5 eine Aerogel-Lage 6 umfasst.

15

Die Außenscheibe 1 mit der Sonnenschutzbeschichtung 4, die erste thermoplastische Lage 3a und die Vakuumisolierverglasung 5, deren innere Scheibe 5b auch die Innenscheibe 2 der Fahrzeug-Dachscheibe bildet und mit der emissivitätsmindernden Beschichtung 7 versehen ist, sind genauso ausgebildet wie in der Ausgestaltung der Figur 3.

20

Die Aerogel-Lage 6 ist ebenso ausgebildet wie in den Ausgestaltungen der Figuren 4 und 5. Sie ist die erste thermoplastische Lage 3a mit der Außenscheibe 1 verbunden und über eine weitere thermoplastische Lage 3c mit der Vakuumisolierverglasung 5, genauer gesagt der äußeren Scheibe 3a der Vakuumisolierverglasung 5. Die weitere thermoplastische Lage 3c ist ebenfalls aus einer PVB-Folie mit einer Dicke von 0,76 mm ausgebildet.

25

Die hier dargestellten Ausgestaltungen sind lediglich beispielhaft zu verstehen. Es ist nicht zwingend erforderlich, dass die Opazität der Fahrzeug-Dachscheibe durch die erste Verbindungsschicht 3a bereitgestellt wird. Alternativ könnte auch die Außenscheibe 1, die zweite Verbindungsschicht 3b, die Innenscheibe 2 oder, falls vorhanden, die Aerogel-Lage 6 opak ausgebildet sein. Alternativ könnte auch mindestens eine Scheibe 5a, 5b der Vakuumisolierverglasung 5 opak ausgebildet sein. Es ist auch möglich, dass mehrere Elemente der Fahrzeug-Dachscheibe opak ausgebildet sind, beispielsweise die Außenscheibe 1 und die erste Verbindungsschicht 3a.

35

Beispiele

Der Energieeintrag durch die Fahrzeug-Dachscheibe wurde durch Simulationen bestimmt. Zur Charakterisierung wurde der sogenannte Wärmedurchgangskoeffizient ermittelt, üblicherweise als U-Wert bezeichnet. Je geringer der U-Wert ist, desto geringer ist die Wärmedurchlässigkeit.

Es waren:

Beispiel 1 eine erfindungsgemäße Fahrzeug-Dachscheibe mit einer opaken ersten Verbindungsschicht 3a und einer Vakuumisolierverglasung 5 (Aufbau gemäß Figur 2);

Beispiel 2 eine erfindungsgemäße Fahrzeug-Dachscheibe mit einer opaken ersten Verbindungsschicht 3a, einer Vakuumisolierverglasung 5 und einer 3 mm dicken Aerogel-Lage 6 (Aufbau gemäß Figur 5);

Vergleichsbeispiel 1 eine transparente Fahrzeug-Dachscheibe ohne Vakuumisolierverglasung 5 und Aerogel-Lage 6, die Zwischenschicht war nur aus einer einzigen 0,76 mm dicken PVB-Folie ausgebildet;

Vergleichsbeispiel 2 ein schwarzes Blechdach mit einer Dicke von 20 mm.

Die Dachscheiben der Beispiele 1 und 2 und des Vergleichsbeispiels 2 waren analog ausgebildet, wobei die Außenscheibe 1, die Innenscheibe 2, die Beschichtungen 4, 5, die etwaige Vakuumisolierverglasung 5 und die Verbindungsschichten gleichartig ausgebildet waren.

Die simulierten U-Werte sind in Tabelle 1 dargestellt. Bei den erfindungsgemäßen Beispielen wird die geringe Wärmedurchlässigkeit des klassischen Blechdaches zwar nicht ganz erreicht (Vergleichsbeispiel 2), gegenüber einer Dachscheibe ohne Vakuumisolierverglasung 5 (Vergleichsbeispiel 1) kann jedoch eine signifikante Reduzierung der Wärmedurchlässigkeit erreicht werden (Beispiel 1). Die Wärmedurchlässigkeit wird durch die zusätzliche Aerogel-Lage 6 weiter herabgesetzt (Beispiel 2).

Tabelle 1

	Beispiel 1	Beispiel 2	Vergleichs- beispiel 1	Vergleichs- beispiel 2
U-Wert	1,5 W/(m²K)	1,2 W/(m²K)	4,0 W/(m²K)	0,6 W/(m²K)

5

Bezugszeichenliste:

- 10
- (1) Außenscheibe der Fahrzeug-Dachscheibe
- (2) Innenscheibe der Fahrzeug-Dachscheibe
- (3a) erste Verbindungsschicht
- (3b) zweite Verbindungsschicht
- (3c) weitere Verbindungsschicht
- 15
- (4) Sonnenschutzbeschichtung
- (5) Vakuumisolierverglasung
- (5a) äußere Scheibe der Vakuumisolierverglasung 5
- (5b) innere Scheibe der Vakuumisolierverglasung 5
- (5c) evakuierter Zwischenraum der Vakuumisolierverglasung 5
- 20
- (5d) umlaufender Abstandshalter der Vakuumisolierverglasung 5
- (5e) Abstandshalter-Säulen der Vakuumisolierverglasung 5
- (6) Aerogel-Lage
- (7) emissivitätsmindernde Beschichtung (LowE-Beschichtung)

25

X - X' Schnittlinie

Patentansprüche

1. Fahrzeug-Dachscheibe, umfassend eine Außenscheibe (1) und eine Innenscheibe (2),
die flächig miteinander verbunden sind,
wobei die Fahrzeug-Dachscheibe opak ausgebildet ist und
wobei die Fahrzeug-Dachscheibe eine Vakuumisolierverglasung (5) aufweist, welche
eine zur Außenscheibe (1) hingewandte äußere Scheibe (5a) und eine über
Abstandsmittel (5d, 5e) von der äußeren Scheibe (5a) beanstandete innere Scheibe (5b)
umfasst, wobei der Zwischenraum (5c) zwischen der äußeren Scheibe (5a) und der
inneren Scheibe (5b) evakuiert ist,
und wobei
(i) die Vakuumisolierverglasung (5) zwischen der Außenscheibe (1) und der
Innenscheibe (2) in die Fahrzeug-Dachscheibe eingelagert ist oder
(ii) die Innenscheibe (2) der Fahrzeug-Dachscheibe die innere Scheibe (5b) der
Vakuumisolierverglasung (5) bildet.
2. Fahrzeug-Dachscheibe nach Anspruch 1 gemäß Variante (i), welche in der
angegebenen Reihenfolge umfasst:
 - die Außenscheibe (1),
 - eine erste Verbindungsschicht (3a),
 - die Vakuumisolierverglasung (5),
 - eine zweite Verbindungsschicht (3b) und
 - die Innenscheibe (2).
3. Fahrzeug-Dachscheibe nach Anspruch 1 gemäß Variante (ii), welche in der
angegebenen Reihenfolge umfasst:
 - die Außenscheibe (1),
 - eine erste Verbindungsschicht (3a),
 - die Vakuumisolierverglasung (5), deren innere Scheibe (5b) bevorzugt vorgespannt
ist.
4. Fahrzeug-Dachscheibe nach Anspruch 1, welche eine Aerogel-Lage (6) umfasst, die
zwischen der Außenscheibe (1) und der Innenscheibe (2) in die Fahrzeug-Dachscheibe
eingelagert ist und die bevorzugt eine Dicke von 0,1 mm bis 10 mm aufweist, besonders
bevorzugt von 0,5 mm bis 6 mm, ganz besonders bevorzugt von 1 mm bis 4 mm.

5. Fahrzeug-Dachscheibe nach Anspruch 4 gemäß Variante (i), welche in der angegebenen Reihenfolge umfasst:

- die Außenscheibe (1),
- eine erste Verbindungsschicht (3a),
- die Aerogel-Lage (6),
- eine weitere Verbindungsschicht (3c),
- die Vakuumisolierverglasung (5),
- eine zweite Verbindungsschicht (3b) und
- die Innenscheibe (2),

oder welche in der angegebenen Reihenfolge umfasst:

- die Außenscheibe (1),
- eine erste Verbindungsschicht (3a),
- die Vakuumisolierverglasung (5),
- eine zweite Verbindungsschicht (3b),
- die Aerogel-Lage (6),
- eine weitere Verbindungsschicht (3c) und
- die Innenscheibe (2).

6. Fahrzeugscheibe nach Anspruch 4 gemäß Variante (ii), welche in der angegebenen Reihenfolge umfasst:

- die Außenscheibe (1),
- eine erste Verbindungsschicht (3a),
- die Aerogel-Lage (6),
- eine weitere Verbindungsschicht (3c),
- die Vakuumisolierverglasung (5), deren innere Scheibe (5b) bevorzugt vorgespannt ist.

7. Fahrzeug-Dachscheibe nach einem der Ansprüche 2, 3, 5 oder 6, wobei mindestens eine der Verbindungsschichten (3a, 3b, 3c) opak ausgebildet ist, bevorzugt die erste Verbindungsschicht (3a).

8. Fahrzeug-Dachscheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Außenscheibe (1) und/oder die Innenscheibe (2) opak ausgebildet ist, bevorzugt die Außenscheibe (1).

9. Fahrzeug-Dachscheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die äußere Scheibe (5a) und/oder die innere Scheibe (5b) der Vakuumisolierverglasung (5) opak ausgebildet ist.
- 5 10. Fahrzeug-Dachscheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Außenscheibe (1) und die Innenscheibe (2) aus Kalk-Natron-Glas ausgebildet sind und bevorzugt eine Dicke von 1 mm bis 3 mm aufweisen.
- 10 11. Fahrzeug-Dachscheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die äußere Scheibe (5a) und die innere Scheibe (5b) aus Glas gefertigt sind und wobei
- die äußere Scheibe (5a) und die innere Scheibe (5b) eine Dicke von 0,3 mm bis 3 mm aufweisen, bevorzugt von 0,5 mm bis 1,5 mm, falls die Fahrzeug-Dachscheibe gemäß der Variante (i) ausgebildet ist, oder
 - die äußere Scheibe (5a) eine Dicke von 0,3 mm bis 3 mm aufweist, bevorzugt von 0,5 mm bis 1,5 mm, falls die Fahrzeug-Dachscheibe gemäß der Variante (ii) ausgebildet ist.
- 15
12. Fahrzeug-Dachscheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Zwischenraum (5c) zwischen der äußeren Scheibe (5a) und der inneren Scheibe (5b) eine Dicke von 0,1 mm bis 1 mm aufweist, bevorzugt von 0,2 mm bis 0,5 mm.
- 20
13. Fahrzeug-Dachscheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Abstandsmittel (5d, 5e)
- einen umlaufenden Abstandshalter (5d) in einem Randbereich zwischen der äußeren Scheibe (5a) und der inneren Scheibe (5b) und
 - eine Mehrzahl von Abstandshalter-Säulen (5e) umfassen.
- 25
14. Fahrzeug, ausgestattet mit einer Fahrzeug-Dachscheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 13.
- 30
15. Fahrzeug nach Anspruch 14, wobei die Fahrzeug-Dachscheibe die gleiche Farbe aufweist wie die Fahrzeug-Lackierung.

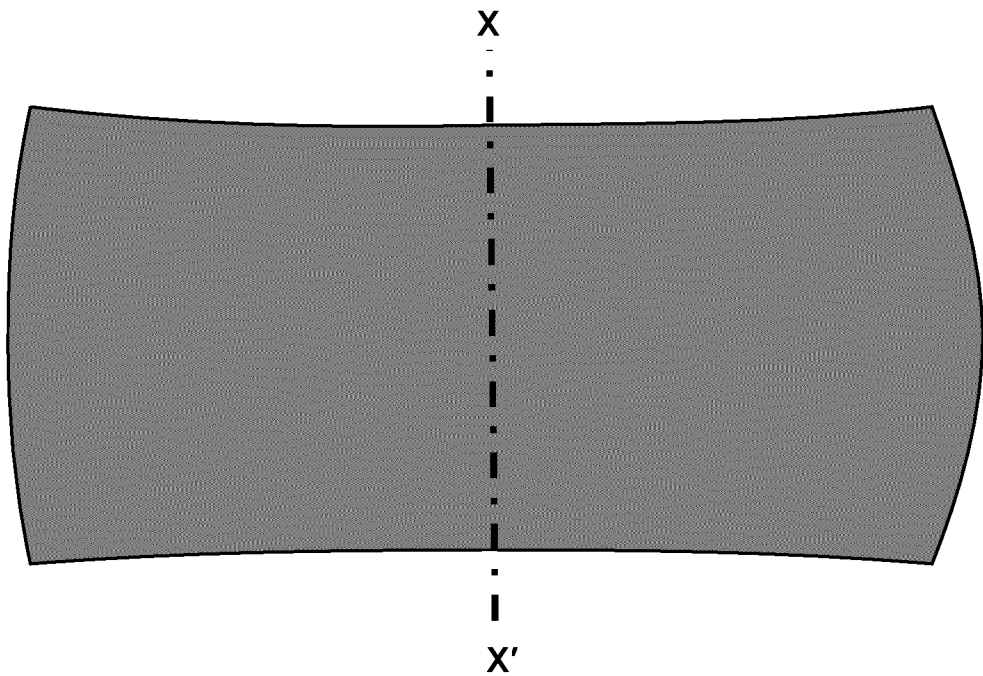


Fig. 1

X - X'

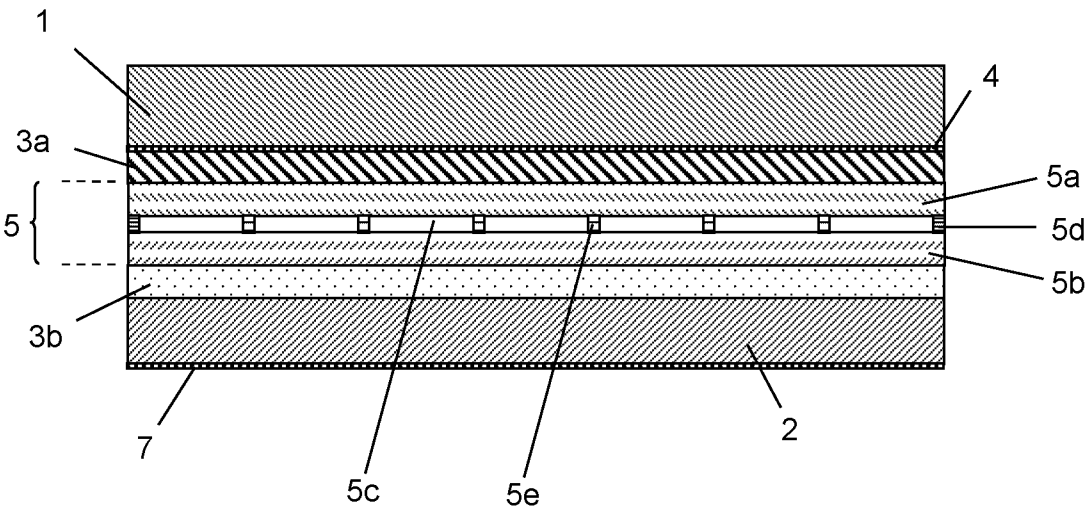


Fig. 2

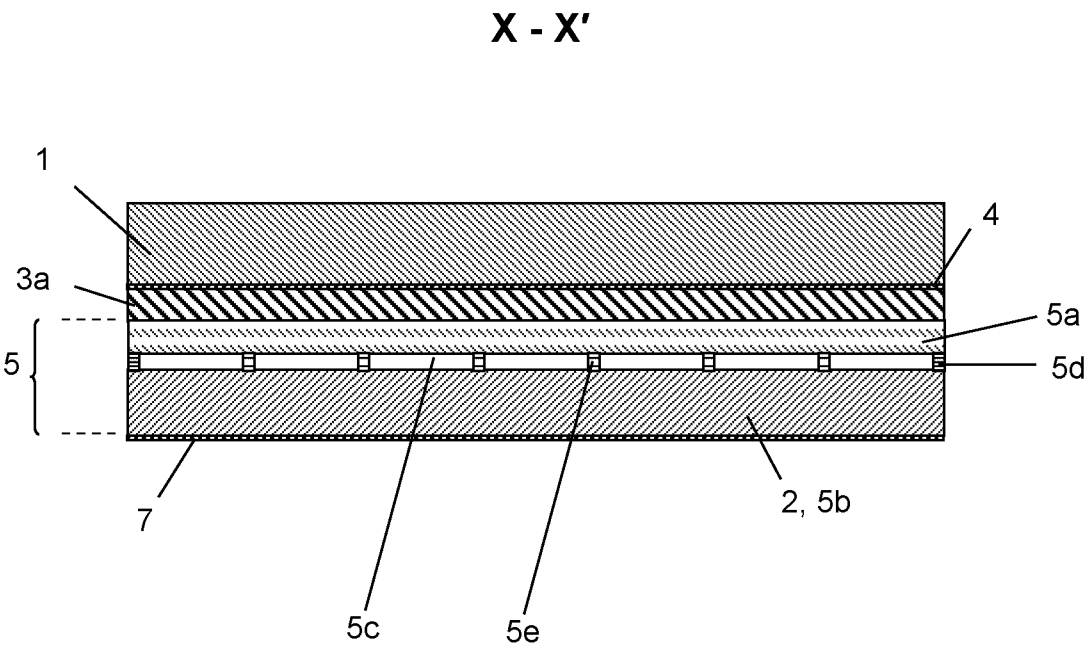


Fig. 3

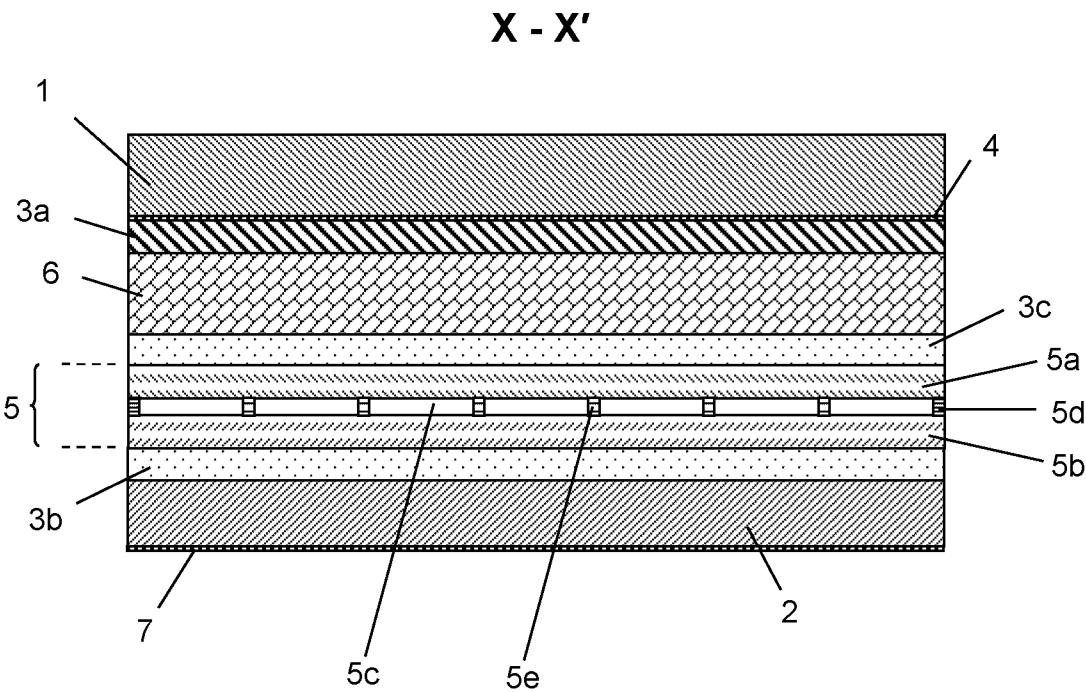


Fig. 4

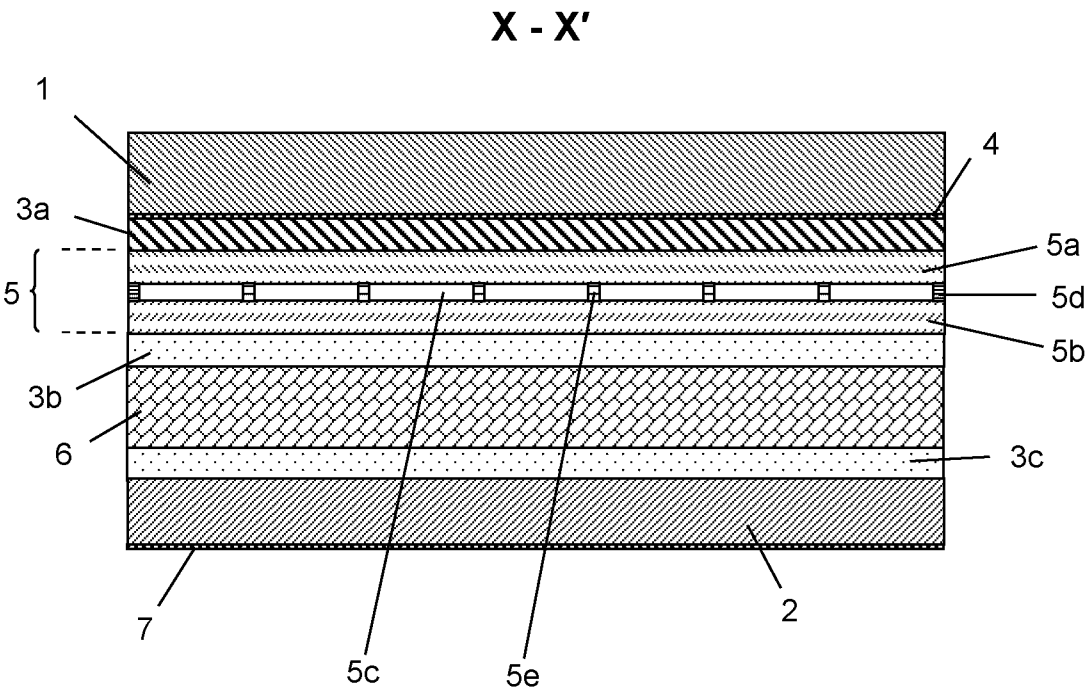


Fig. 5

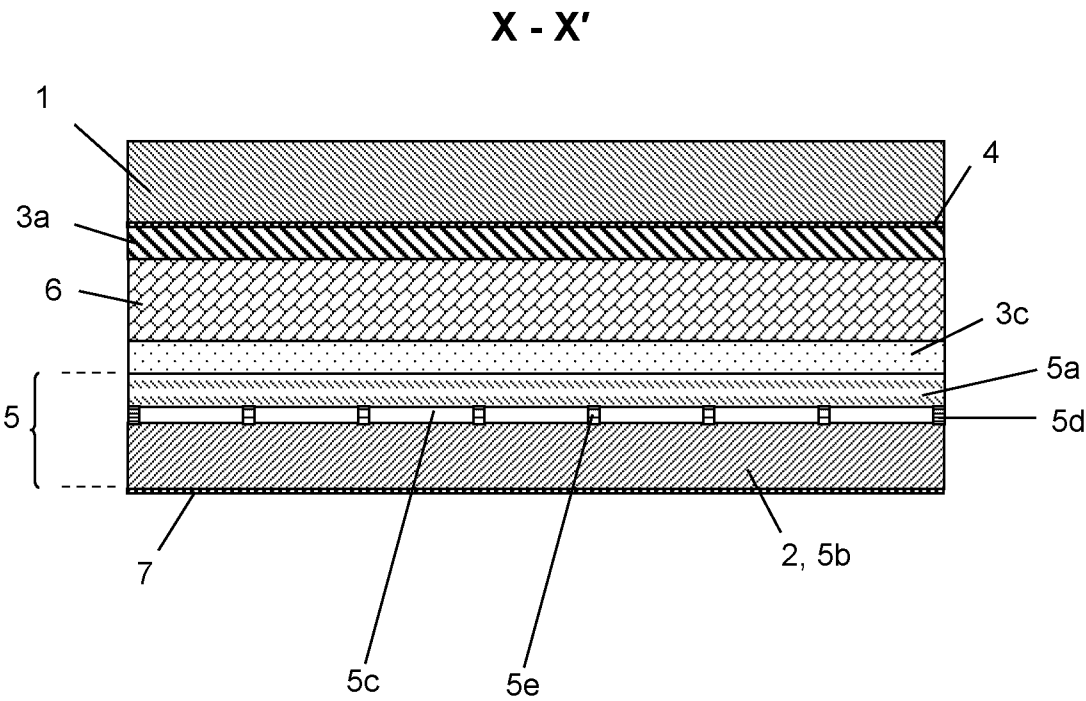


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/072414

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B32B 17/10**(2006.01)i; **B32B 5/18**(2006.01)i; **B60J 1/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B32B; B60J; C03C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 112018001647 T5 (AGP AMERICA SA [PA]) 24 December 2019 (2019-12-24)	1-3,7-15
A	cited in the application paragraph [0007] - paragraph [0014] paragraph [0052] - paragraph [0059]	4-6
Y	DE 202020104733 U1 (SAINT GOBAIN SEKURIT DEUTSCHLAND GMBH & CO KG [DE]) 25 August 2020 (2020-08-25)	1-3, 8-15
A	cited in the application paragraph [0004] - paragraph [0009] paragraph [0029] - paragraph [0033]	4-7
Y	EP 3878827 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 15 September 2021 (2021-09-15)	1-3,7-15
A	cited in the application paragraph [0005] - paragraph [0007] paragraph [0062] - paragraph [0074]	4-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 August 2024

Date of mailing of the international search report

06 September 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Lichau, Holger

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/072414

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
DE	112018001647	T5	24 December 2019	CN	110753618	A	04 February 2020
				DE	112018001647	T5	24 December 2019
				US	2020282705	A1	10 September 2020

DE	202020104733	U1	25 August 2020	NONE			

EP	3878827	A1	15 September 2021	EP	3878827	A1	15 September 2021
				JP	7165866	B2	07 November 2022
				JP	WO2020095560	A1	07 October 2021
				US	2021396072	A1	23 December 2021
				WO	2020095560	A1	14 May 2020

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B32B17/10 B32B5/18 B60J1/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B32B B60J C03C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 11 2018 001647 T5 (AGP AMERICA SA [PA]) 24. Dezember 2019 (2019-12-24) in der Anmeldung erwähnt	1 - 3, 7 - 15
A	Absatz [0007] - Absatz [0014] Absatz [0052] - Absatz [0059] -----	4 - 6
Y	DE 20 2020 104733 U1 (SAINT GOBAIN SEKURIT DEUTSCHLAND GMBH & CO KG [DE]) 25. August 2020 (2020-08-25) in der Anmeldung erwähnt	1 - 3, 8 - 15
A	Absatz [0004] - Absatz [0009] Absatz [0029] - Absatz [0033] -----	4 - 7
Y	EP 3 878 827 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 15. September 2021 (2021-09-15) in der Anmeldung erwähnt	1 - 3, 7 - 15
A	Absatz [0005] - Absatz [0007] Absatz [0062] - Absatz [0074] -----	4 - 6
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 29. August 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 06/09/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Lichau, Holger

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/072414

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 112018001647 T5	24-12-2019	CN 110753618 A	04-02-2020
		DE 112018001647 T5	24-12-2019
		US 2020282705 A1	10-09-2020

DE 202020104733 U1	25-08-2020	KEINE	

EP 3878827 A1	15-09-2021	EP 3878827 A1	15-09-2021
		JP 7165866 B2	07-11-2022
		JP WO2020095560 A1	07-10-2021
		US 2021396072 A1	23-12-2021
		WO 2020095560 A1	14-05-2020
