

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU101019

12

BREVET D'INVENTION

B1

21

N° de dépôt: LU101019

51

Int. Cl.:

B29C 70/08, B29C 70/70, B29C 70/88, B29D 99/00, B32B 5/18, B32B 7/12, B32B 17/06, B32B 27/06, B64C 1/06

22

Date de dépôt: 26/11/2018

30

Priorité:

72

Inventeur(s):

ALTER Rolf-Mathias – L-6419
Echternach (Luxembourg), WINTGENS Willy –
9907 TROISVIERGES (Luxembourg), KOCH Frank –
54294 Trier (Allemagne)

43

Date de mise à disposition du public: 26/05/2020

47

Date de délivrance: 26/05/2020

73

Titulaire(s):

EURO-COMPOSITES S.A. – L-6401
Echternach (Luxembourg)

74

Mandataire(s):

LIPPERT, STACHOW & PARTNER – 51412 BERGISCH
GLADBACH (Allemagne)

54

Sandwich-Verbundbauteil für Flugzeuginnenräume.

57

Die Erfindung betrifft ein Sandwich-Verbundbauteil (1) für den Innenraum eines Passagierflugzeugs. Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein preiswert herstellbares Sandwich-Verbundbauteil vorzuschlagen, das für den Innenraum eines Passagierflugzeugs geeignet ist und geltende Brandschutzanforderungen erfüllt. Der Schichtaufbau des erfindungsgemäßen Sandwich-Verbundbauteils (1) umfasst - eine Kernschicht (10) aus Polymerschäum; - eine Verstärkungsschicht (20) umfassend Faserverbundwerkstoff; und weiterhin - mindestens eine Funktionsschicht (50); wobei diese Schichten des Schichtaufbaus stoffschlüssig, insbesondere durch Klebeverbindung miteinander verbunden sind. Der Faserverbundwerkstoff der Verstärkungsschicht (20) umfasst eine Polymermatrix, die eine höhere Massendichte als der Polymerschäum der Kernschicht (10) aufweist. Ferner umfasst die mindestens eine Funktionsschicht (50) eine Metallfolie, insbesondere eine Aluminiumfolie, die eine geringere Schichtstärke als die Verstärkungsschicht (20) aufweist.

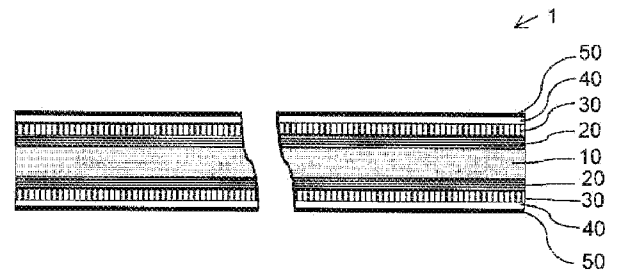


FIG. 1

K680581LU

PE/ba

26. November 2018

Anmelder:**EURO-COMPOSITES S.A.****6401 ECHTERNACH**

5

Sandwich-Verbundbauteil für Flugzeuginnenräume

Die Erfindung betrifft ein Sandwich-Verbundbauteil, insbesondere eine Verbundplatte, das für den Innenraum eines
10 Flugzeugs, insbesondere eines Passagierflugzeugs, geeignet ist.

Sandwich-Verbundbauteile mit vorteilhaften primären Brandeigenschaften (wie z.B. Brennbarkeit, Entzündlichkeit, Flammenausbreitung) sind bspw. aus dem Gebäudebau bekannt. Als
15 Beispiel offenbart die WO 2013/113734 A1 ein Sandwich-Verbundbauteil umfassend einen Schichtaufbau in Sandwichbauweise mit zwei Deckschichten, einer Kernschicht aus Polymerschäum und einer Glasfasermatte, die in den Polymerschäum eingebettet ist.

20 Bekannte Sandwich-Verbundbauteile mit einem Schaumkern können bereits preiswert hergestellt werden und werden typisch im Gebäudebau bzw. im Baugewerbe verwendet. Sie sind jedoch für spezielle Anwendungen bzw. Anwendungen mit strengeren Anforderungen nur bedingt oder nicht geeignet.

25 Insbesondere in der Luftfahrt werden neben besonders günstigen primären Brandeigenschaften, z.T. auch noch deutlich strengere Anforderungen an die Brandnebenerscheinungen bzw. sekundären Brandeigenschaften, insbesondere die Rauchgasdichte und/oder Rauchgas-Toxizität, gestellt. Zudem gelten
30 im Luftfahrtbereich ausgeprägte Anforderungen an geringes Flächengewicht bei dennoch hoher Festigkeit.

7

Hochwertige Wabenpaneele für Luftfahrt-Anwendungen, die für den Innenraum eines Passagierflugzeuges geeignet sind, sind bereits bekannt. Sie werden typisch in Sandwichbauweise hergestellt und beinhalten neben Faserverbund-Deckschichten
5 bspw. phenolharzgetränkte Wabenstrukturen aus Aramid-Fasern als Kernschicht zur Gewichtsreduzierung. Die Herstellung solcher Paneele mit Wabenkern ist jedoch technisch komplex und daher relativ kostenintensiv.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es mithin, ein preiswert herstellbares Sandwich-Verbundbauteil vorzuschlagen,
10 das für den Innenraum eines Flugzeugs, insbesondere eines Passagierflugzeuges geeignet ist.

Diese Aufgabe wird in einer einfachen Ausführungsform bereits durch ein Sandwich-Verbundbauteil mit den Merkmalen
15 nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Das Sandwich-Verbundbauteil umfasst einen Schichtaufbau in Sandwichbauweise mit einer Kernschicht aus Polymerschäum,
einer Verstärkungsschicht umfassend Faserverbundwerkstoff
20 und weiterhin mindestens eine Funktionsschicht, wobei diese Schichten des Schichtaufbaus durch Klebeverbinding bzw. stoffschlüssig miteinander verbunden sind.

Erfindungsgemäß wird eine Kombination von Maßnahmen vorgesehen. Einerseits umfasst der Faserverbundwerkstoff der Verstärkungsschicht eine Polymermatrix, die eine höhere Massendichte aufweist als der Polymerschäum der Kernschicht. Andererseits umfasst die mindestens eine Funktionsschicht des erfindungsgemäßen Sandwich-Verbundbauteils eine verhältnismäßig dünne Metallfolie, insbesondere eine Aluminiumfolie.
30 Bereits die Kombination dieser beiden im Nachhinein vermeintlich einfach erscheinenden Maßnahmen erlaubt es trotz preiswerter Herstellung mit einem Schaumkern sowohl die erforderlichen Brandeigenschaften, insbesondere sekundären

Brandeigenschaften, als auch ein günstiges Verhältnis von Festigkeit zu Flächengewicht zu erzielen. Die Funktionsschicht kann dabei insbesondere eine geringere, vorzugsweise deutlich geringere, Schichtstärke aufweisen als die Verstärkungsschicht.

Mit Massendichte der Polymermatrix ist hierbei die Massendichte der Matrix an sich ohne die Verstärkungsfasern des Faserverbunds bezeichnet. Diese Massendichte der Polymermatrix im fertigen Faserverbundwerkstoff kann z.B. durch Verbrennen einer Probe des Faserverbundwerkstoffs mit einem bestimmten Volumen und einem bestimmten Gewicht ermittelt werden (wobei die durch das Verbrennen erfolgte Gewichtsreduktion der Probe dem Gewicht der Matrix entspricht).

Das erfindungsgemäße Sandwich-Verbundbauteil für Luftfahrtanwendungen weist ein besonders niedriges Flächengewicht auf, insbesondere $< 2,5 \text{ kg/m}^2$, vorzugsweise $< 2 \text{ kg/m}^2$, besonders bevorzugt $< 1 \text{ kg/m}^2$, und bietet dennoch hohe Festigkeit. Die Festigkeit kann je nach Kundenanforderung durch die Zusammenstellung und die Schichtstärken, insbesondere der Verstärkungsschicht(en) flexibel angepasst bzw. eingestellt werden.

Die Kernschicht aus Polymerschäum weist gute Isolierungseigenschaften, insbesondere Wärmeisolierungseigenschaften auf. Die Funktionsschicht aus Metallfolie ermöglicht es dabei, besonders preiswerte Kernschichten aus Polymerschäum zu verwenden.

Das Sandwich-Verbundbauteil kann insbesondere in der Form einer flachen Verbundplatte hergestellt bzw. planar ausgeführt sein. Das Sandwich-Verbundbauteil kann z.B. ein Paneel sein. Das Sandwich-Verbundbauteil kann jedoch auch nicht planeben sein, sondern z.B. eine vorgegebene Krümmung oder ggf. mehrere Krümmungen oder allgemein eine komplexere Geometrie aufweisen.

Die aneinander angrenzenden Schichten des Schichtaufbaus sind jeweils stoffschlüssig, d.h. insbesondere nicht zerstörungsfrei lösbar miteinander verbunden, insbesondere durch eine geeignete Klebeverbindung.

- 5 Die Kernschicht aus Polymerschaum kann insbesondere vorgefertigt sein und z.B. als handelsübliches Halbzeug dem Herstellungsprozess zugeführt werden.

Das Vorsehen mindestens einer Metallfolien-Schicht außenseitig zur Kernschicht aus Polymerschaum, jedoch bei ansonsten beliebiger Position im Schichtaufbau, kann insbesondere die Freisetzung von toxischen Stoffen wie Rauchgasen usw., die bei einem Brand oder starker Hitzeentwicklung der Kernschicht entweichen könnten, stark vermindern oder gänzlich verhindern.

- 15 Dank der Kombination aus einer kraftaufnehmenden Verstärkungsschicht, deren Zusammensetzung je nach Anwendung passend ausgewählt werden kann, und einer besonders hinsichtlich sekundärer Brandeigenschaften vorteilhaft wirkenden Metallfolie kann das erfindungsgemäße Sandwich-
20 Verbundbauteil preiswert hergestellt werden und trotzdem für die strengeren Luftfahrtanforderungen bei Verwendung in einem Innenraum eines Passagierflugzeugs geeignet sein.

Die Funktionsschicht mit einer Metallfolie ermöglicht insbesondere überraschend gute Ergebnisse hinsichtlich der geltenden Rauchgas-Erfordernisse, die ansonsten mit typischen Schaumkernen nicht oder nur mit sehr aufwendigen Zusatzmaßnahmen zu erzielen wären.

Das erfindungsgemäße Sandwich-Verbundbauteil erfüllt insbesondere die Brandschutzanforderungen an Flugzeuginnenraum-
30 Materialien hinsichtlich wunschgemäß geringen Entflammbarkeit, Rauchgasdichte und/oder Wärmefreisetzung gemäß EASA Spezifikation. Weiterhin kann das erfindungsgemäße Sandwich-

Verbundbauteil selbstverlöschend ausgeführt sein. Die Wärmefreisetzung, die Wärmefreisetzungsrates und die Rauchgasdichte sind relevante Parameter für die Beurteilung der Reaktion der Bauteile auf hohe Temperaturen bzw. Feuer. Dabei gelten als Normvorschriften über die Bauartzulassung für Großflugzeuge die CS-25 der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA) , für große, turbinengetriebene Flugzeuge, oder Part 25 „Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes“ des US Departments of Transportation FAR (Federal Aviation Administration). Die europäische Norm entspricht weitestgehend der amerikanischen Norm und beschreibt Mindestanforderungen, die für die Zertifizierung eines Flugzeugs dieser Klasse erfüllt werden müssen. Das erfindungsgemäße Sandwich-Verbundbauteil kann neben der EASA Spezifikation gleichermaßen die Anforderungen der oben aufgeführten amerikanischen Vorschriften erfüllen. Paragraph 25.853 aus der EASA Norm CS-25 definiert dabei diverse brandschutztechnische Anforderungen an Innenraum-Materialien eines Flugzeugs, insbesondere bezüglich der Entflammbarkeit, Wärmefreisetzung, Wärmefreisetzungsrates und auch an die Rauchemissionseigenschaften. Ähnliche Anforderungen sind in den sog. Federal Aviation Regulations (FAR) durch die US-Amerikanische Luftfahrtbehörde formuliert.

Das erfindungsgemäße Sandwich-Verbundbauteil kann insbesondere die Anforderungen gemäß EASA Spezifikation CS 25.853 (d) bezüglich Wärmefreisetzung und Wärmefreisetzungsrates erfüllen, und weist vorzugsweise eine nach CS 25.853 (d) und Appendix F, Teil IV ermittelte Wärmefreisetzungsrates $HRR \leq 65 \text{ kW/m}^2$ und Wärmefreisetzung $HR \leq 65 \text{ kW*min/m}^2$ auf.

Das Sandwich-Verbundbauteil kann eine gemittelte Wärmefreisetzungsrates $HRR \leq 45 \text{ kW/m}^2$ und/oder eine gemittelte Wärmefreisetzung $HR \leq 40 \text{ kW*min/m}^2$ aufweisen, wobei die Wärmefreisetzungsrates und die Wärmefreisetzung nach CS 25.853 (d) und Appendix F, Teil IV ermittelt sind.

B

Bezüglich Rauch-Emissionseigenschaften kann das Sandwich-Verbundbauteil eine gemittelte spezifische optische Rauchgasdichte $D_s < 100$ nach 4 min. aufweisen, wobei die spezifische optische Rauchgasdichte D_s nach ASTM Testverfahren F814-83 ermittelt ist.

Geringe Rauchentwicklung ist von besonderer Bedeutung für Materialien, die in von Passagieren und/oder der Crew genutzten Innenraum-Bereichen eines Passagierflugzeugs eingesetzt werden. Rauchgasvergiftung stellt eine der häufigsten Todesursache bei Bränden dar.

Die erfindungsgemäß als Sandwich-Kern vorgeschlagenen Polymerschäume können aber Flammenschutzmittel bzw. Brandhemmer, bspw. halogenhaltige Flammenschutzmittel umfassen und/oder mit Flammenschutzmittel bearbeitet sein. Die Flammenschutzmittel einerseits erlauben es zwar, die geltenden Brandschutzanforderungen hinsichtlich der Entflammbarkeit zu erfüllen, andererseits tragen sie erheblich zur Rauchgasentwicklung und/oder damit korrelierender Rauchgastoxizität bei. Das erfindungsgemäße Vorsehen einer Metallfolien-Schicht außenseitig zur Kernschicht aus Polymerschäum kann die Freisetzung der etwaigen Rauchgase stark reduzieren oder verhindern, sodass die Brandschutzanforderungen an die Innenraum-Materialien auch hinsichtlich der Rauchgasdichte ebenfalls erfüllt werden.

Überraschenderweise ermöglicht bereits die Kombination aus einer Verstärkungsschicht, deren Polymermatrix eine höhere Massendichte als der Polymerschäum der Kernschicht aufweist, und einer Funktionsschicht aus einer Metallfolie, die vorzugsweise eine geringere Schichtstärke als die Verstärkungsschicht aufweist, das Erreichen der o.g. für die Luftfahrt erforderlichen Brandschutzeigenschaften bei gleichzeitiger Einhaltung der mechanischen Anforderungen (vgl. Verhältnis Festigkeit zu Flächengewicht).

Die Verstärkungsschicht kann zwischen der Funktionsschicht und der Kernschicht in dem Schichtaufbau angeordnet sein. Der Schichtaufbau kann zudem weitere Schichten zwischen der Funktionsschicht und der Kernschicht aufweisen. Es ist ebenfalls möglich, die Funktionsschicht unmittelbar an die Kernschicht angrenzend anzuordnen.

In einer Ausführungsform kann der Schichtaufbau ferner eine Trennschicht umfassend ein thermoplastisches Material aufweisen. Die Trennschicht kann eine Folie bspw. aus Polyester, Polycarbonat, Polyetherimid (PEI), Polyphenylsulfid (PPS), und/oder Polyetheretherketon (PEEK) sein. Dabei kann die Trennschicht insbesondere ein halogenhaltiges thermoplastisches Material umfassen, vorzugsweise eine Fluor-Kunststoff-Lage, besonders bevorzugt eine Lage aus Polyvinylfluorid. Eine derartige Trennschicht verbessert die Haftung zwischen der Funktionsschicht aus Metallfolie und der Verstärkungsschicht aus Faserverbundwerkstoff, die eine Polymermatrix mit besonders vorteilhaftem Brandverhalten aufweist, bspw. eine Phenolharz-Matrix. Im Zuge der Fertigung entstehen beim Aushärten der Phenolharz-Matrix Dämpfe, die das Anbinden der Verstärkungsschicht an die Funktionsschicht erschweren. Die Trennschicht kann die Störwirkung solcher Dämpfe effektiv blockieren und somit als eine Art Kompatibilitätsschicht wirken. Die Trennschicht kann somit die Herstellung des Sandwich-Verbundbauteils, bspw. in einer Heißpresse, vereinfachen bzw. die Klebeverbindung zwischen der Verstärkungsschicht und der Kernschicht verbessern. Das Vorsehen einer derartigen Trennschicht ist zudem auch für das Erzielen den für die Luftfahrt erforderlichen Brandeigenschaften vorteilhaft. Die Trennschicht aus bspw. einem halogenhaltigen Material weist an sich ein vorteilhaftes Brandverhalten auf. Die Trennschicht kann mit Flammschutzmittel bzw. Brandhemmer bearbeitet sein.

In einer Ausführungsform kann die Trennschicht zwischen der



Verstärkungsschicht und der Funktionsschicht angeordnet sein. Die Trennschicht aus einem thermoplastischen Material kann ggf. auch als Deckschicht bzw. Dekorschicht für das Sandwich-Verbundbauteil verwendet werden.

- 5 Die Funktionsschicht aus Metallfolie kann insbesondere durch mindestens eine Klebelage, vorzugsweise einen Klebefilm, der mit der Trennschicht verbunden sein. Der Klebefilm kann thermoplastisch oder duroplastisch sein und/oder mit einem Flammschutzmittel bzw. einem Brandhemmer bearbeitet sein.
- 10 Die Funktionsschicht kann aus einer Metallfolie bestehen. Die Funktionsschicht kann insbesondere aus einer nichttragenden Metallfolie, insbesondere mit einer Stärke zwischen $7\mu\text{m}$ und $300\mu\text{m}$, vorzugsweise zwischen 7 und $100\mu\text{m}$, besonders bevorzugt zwischen 50 und $90\mu\text{m}$, bestehen. Bevorzugt
- 15 wird als Metallfolie eine Aluminiumfolie verwendet, insbesondere eine Aluminiumfolie mit einer Beschichtung. Die Beschichtung kann anorganisch sein. Die Metallfolie kann eine Verbundfolie sein, die wiederum aus zwei oder mehreren einzelnen Schichten aufgebaut ist. Die Verbundfolie kann eine
- 20 zumindest einseitige Beschichtung aufweisen, die Verklebung zu Matrixmaterialien erlaubt. Die Funktionsschicht kann zu günstigen Brandeigenschaften beitragen.

Die Funktionsschicht kann auch eine mechanisch stützende bzw. tragende Funktion haben. Die Funktionsschicht kann die

25 Bruchfestigkeit erhöhen und die Durchbiegung des Sandwich-Verbundbauteils bei Biegebelastung insbesondere um ca. 10-30% reduzieren.

Vorzugsweise ist die Kernschicht als Hartschaum-Platte oder Hartintegralschaum-Platte vorgefertigt und in den Schicht-

30 aufbau integriert. Die Fertigung der Kernschicht kann unter Bedingungen durchgeführt werden, die speziell für das Aushärten des Schaums vorteilhaft sind und die sich von Bedingungen für die Herstellung weiterer bzw. der restlichen

7

Schichten unterscheiden können. Dadurch kann im Schichtaufbau eine Kernschicht mit speziellen, erforderlichen Eigenschaften vorgesehen werden.

Die Hartschaum-Platte kann mit einem Haftvermittler bzw.
5 Primer, der zur verbesserten Verbindung mit den benachbarten Schichten dient, beschichtet sein.

Die Kernschicht bzw. deren Polymerschaum kann Flammenschutzmittel bzw. Brandhemmer umfassen, insbesondere halogenhaltige Flammenschutzmittel auf Bromid- oder Chlorid-Basis, wie
10 bspw. Pentabromdiphenylether, Tetrabrombisphenol A, oder HBCD (Hexabromcyclododecan). Weitere Flammenschutzmittel bzw. Brandhemmer können z.B. Chlor- oder chlororganische Verbindungen, ATH, Magnesiumhydroxid und/oder Silicate umfassen. Auch phosphorhaltige Brandschutzmittel, wie z.B. Phosphor,
15 Poly- und Pyrophosphate, Zinkphosphate, Phosphonate und/oder Phosphinate kommen in Betracht.

Die Kernschicht für sich genommen kann insbesondere eine Massendichte $\leq 400 \text{ kg/m}^3$, insbesondere von 20 bis 300 kg/m^3 , vorzugsweise von 40 bis 150 kg/m^3 , besonders bevorzugt 40 bis
20 100 kg/m^3 , insbesondere von 40 bis 80 kg/m^3 aufweisen.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Kernschicht aus Polyurethanschaum hergestellt, insbesondere PUR und/oder PIR. Polyurethanschaum weist niedrige Wärmeleitfähigkeit und besonders gute Wärmeisolationseigenschaften auf,
25 insbesondere weil er Zellgase wie bspw. Kohlendioxid enthalten kann, die eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit als Luft aufweisen. Ein Polyurethanschaum mit kleinem Porendurchmesser, kann einem Entweichen von Gasen oder Dämpfen entgegenwirken. Polyurethanschaum ist zudem besonders preiswert.
30 Nicht nur aber insbesondere bei Polyurethanschaum kann ein Hartschaum oder Hartintegralschaum verwendet werden.

Alternativ oder ergänzend kann die Kernschicht unter Verwen-

3

5 dung von einem PVC-, PET-, EPS-, PE- und/oder PMI-Schaum hergestellt sein. Auch diese Stoffe bzw. Schäume weisen je nach Zusammensetzung vorteilhafte Brandeigenschaften, insbesondere vorteilhafte primäre Brandeigenschaften auf. Die Kernschicht kann Blähglas oder Blähgraphit umfassen oder aus Blähglas oder Blähgraphit hergestellt sein.

10 Die Kernschicht kann beispielsweise auch aus einer Kombination zwei oder mehr Schäumen, vorzugsweise ausgewählt aus: Polyurethan-, insbesondere PUR und/oder PIR, und PVC-, PET-, EPS-, PE- und/oder PMI-Schaum hergestellt sein bzw. bestehen. Bevorzugt ist dabei eine Kombination, die Polyurethanschaum, insbesondere PUR- und/oder PIR-Schaum, umfasst.

15 Die Kernschicht kann ferner Füllstoffe umfassen. Die Dichte der Kernschicht kann z.B. durch geeignete Füllstoffe angepasst werden.

20 Der Schichtaufbau kann auf einer Seite der Kernschicht die mindestens eine Funktionsschicht als erste Funktionsschicht und vorzugsweise die Verstärkungsschicht als erste Verstärkungsschicht sowie auf der anderen Seite der Kernschicht eine zweite Funktionsschicht und vorzugsweise eine zweite Verstärkungsschicht aufweisen. Die erste und die zweite Funktionsschicht können dabei beide aus einer Aluminiumfolie bestehen. Die Aluminiumfolie kann eine geringere Schichtstärke aufweisen als die erste Verstärkungsschicht. Die erste und die zweite Verstärkungsschicht können vorzugsweise 25 technisch identisch ausgeführt sein. Bevorzugt wird grundsätzlich ein in Bezug auf die Mittelebene der Kernschicht spiegelsymmetrischer Schichtaufbau verwendet.

30 In bevorzugter Ausführungsform ist auf jeder Seite der Kernschicht jeweils mindestens eine Funktionsschicht aus Metallfolie vorgesehen.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst der Schichtaufbau



auf mindestens einer Seite der Kernschicht mindestens zwei Funktionsschichten aus Metallfolie.

Die Verstärkungsschicht kann eine Matrix aus Phenol-Harz und/oder Benzoxazinharz, insbesondere auch aus anderen
5 brandhemmend wirkenden oder brandhemmend eingestellten Harzen aufweisen. Diese Harze weisen vorteilhafte Brandeigenschaften auf. Die Matrix aus Benzoxazinharz ist besonders für höhere Einsatztemperaturen geeignet und weist hohe Feuerbeständigkeit auf. Benzoxazinharz härtet ohne Abspaltung
10 flüchtiger Stoffe aus, sodass die Matrix die Anbindung an eine Metallfolie nicht stört und ggf. auch keine Trennschicht zum Blockieren flüchtiger Stoffe, z.B. während der Herstellung, erforderlich ist.

Alternativ oder ergänzend kann die Matrix der Verstärkungsschicht bspw. Polyesterharz, Cyanatesterharz, Epoxidharz,
15 Furfurylharz und/oder einer Kombination dieser Harze umfassen.

Auch eine thermoplastische Matrix ist grundsätzlich für die Herstellung der Verstärkungsschicht denkbar.

20 Verschiedene Harzsysteme können in der Matrix der Verstärkungsschicht kombiniert werden. Die Matrix wiederum kann ebenfalls ein Flammenschutzmittel bzw. einen Brandhemmer umfassen.

Vorzugsweise ist die Verstärkungsschicht aus einem Verbundwerkstoff mit Glasfasern hergestellt. Die Matrix der Verstärkungsschicht kann Phenolharz, Benzoxazinharz, Cyanatesterharz, Epoxydharz umfassend, oder aus einer Mischung aus einer Auswahl von diesen Harzen hergestellt sein. Glasfaserverstärkte Verbundwerkstoffe mit Phenolharz-Matrix z.B.
25 sind besonders kostengünstig. Kohlenstofffaserverstärkte oder Basaltfaserverstärkte Verbundwerkstoffe sind jedoch
30 ebenfalls als Verstärkungsschicht geeignet.

Vorzugsweise ist die Verstärkungsschicht aus einem vorgefertigten Prepreg bzw. textilen Faser-Matrix-Halbzeug, z.B. einem mit Harz pre-imprägnierten Gewebe oder Gelege, hergestellt. Prepregs sind besonders bei der Herstellung von größeren Stückzahlen technisch günstig, da sie kürzere Herstelldauer bzw. Taktzeiten ermöglichen, einfach in Handhabung und gut lagerbar sind. Das Prepreg kann eine Matrix umfassen aus Phenolharz, Benzoxazinharz, Cyanatesterharz-, Epoxydharz- oder aus einer Mischung von mindestens zwei dieser Harze. Vorzugsweise umfasst das Prepreg Glasfasern als Verstärkungsfasern, insbesondere ausschließlich Glasfasern. Es kann ggf. ein Hochtemperatur-Prepreg eingesetzt werden, das gewisse Zeit bei Raumtemperatur lagerfähig ist.

Die Stärke der Verstärkungsschicht kann spürbar größer als 150 μm , typisch größer als 300 μm , meist $>0,5\text{mm}$ sein.

In einer Ausführungsform weist die Metallfolie, insbesondere Aluminiumfolie, der Funktionsschicht Perforationen auf. Die Perforationen sollten einen Durchmesser $< 10\text{ mm}$, bevorzugt $< 2\text{ mm}$, besonders bevorzugt $< 1\text{ mm}$ aufweisen. Perforationen können die Herstellung erleichtern und zum Entlüften beim Auflegen der Folie dienen, sodass etwaige Luftpolster zwischen der Metallfolie und der Schicht, auf die sie aufgelegt wird, während der Herstellung des Sandwich-Verbundbauteils entweichen können. Vorzugsweise ist die Perforation gleichmäßig bzw. regelmäßig in beide Achsrichtungen über die Fläche verteilt. Die Perforation sollte nach einem im Verhältnis zum Durchmesser der Perforationen sehr grobmaschigen Rastermaß $\gg 10\text{mm}$ vorgesehen sein, z.B. ein Raster von $> 20 * 20\text{ mm}$, insbesondere $50 * 50\text{ mm}$ bilden.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Sandwich-Verbundbauteils weist der Schichtaufbau folgende Schichtungsreihenfolge auf:

- eine erste Funktionsschicht aus Aluminiumfolie;
- eine Klebelage, vorzugsweise aus einem Duroplast;

17

- eine erste Trennschicht umfassend eine Thermoplast-Schicht, insbesondere eine Fluor-Kunststoff-Lage, vorzugsweise eine Lage aus Polyvinylfluorid;
 - eine erste Verstärkungsschicht aus Faserverbundwerkstoff, insbesondere aus vorgefertigtem Prepreg;
 - eine innenliegende Kernschicht aus Polymerschaum,
 - eine zweite Verstärkungsschicht aus Faserverbundwerkstoff, insbesondere aus vorgefertigtem Prepreg;
 - eine zweite Trennschicht umfassend eine Thermoplast-Schicht, insbesondere eine Fluor-Kunststoff-Lage, vorzugsweise eine Lage aus Polyvinylfluorid;
 - eine Klebelage, vorzugsweise aus einem Duroplast;
 - eine zweite Funktionsschicht aus Aluminiumfolie;
- wobei diese Schichten des Schichtaufbaus in geeigneter Technik, insbesondere durch Klebeverbindung, stoffschlüssig miteinander verbunden sind. Das resultierende Sandwich-Verbundbauteil weist trotz hoher Festigkeit ein geringes Flächengewicht sowie vorteilhafte Brandeigenschaften bzw. Brandverhalten auf. Ein solches Sandwich-Verbundbauteil kann insbesondere die geltenden Brandschutzanforderungen an Innenraum-Materialien für Großraumflugzeuge zumindest erfüllen oder übertreffen. Ferner weist das Sandwich-Verbundbauteil vorteilhafte wärmeisolierende und schallisolierende Eigenschaften auf.
- Weiterhin betrifft die Erfindung auch die Verwendung des Sandwich-Verbundbauteils im von Passagieren und/oder der Crew genutzten Innenraum-Bereich eines Passagierflugzeugs. Das Sandwich-Verbundbauteil kann insbesondere aufgrund seiner guten Isolationseigenschaften zum Aufbau von luftführenden Strukturen, z.B. für die Innenraum-Klimatisierung, in Luftfahrzeugen verwendet werden.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung sind - ohne Beschränkung der Allgemeinheit der o.g. Merkmale - der nachfolgenden, ausführlicheren Beschreibung bevorzug-

ter Ausführungsbeispiele anhand der beiliegenden Zeichnungen zu entnehmen. Diese zeigen, jeweils in schematischer Darstellung einen vertikalen Teilschnitt:

- 5 FIG.1: einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sandwich-Verbundbauteils;
- FIG.2: einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sandwich-Verbundbauteils;
- FIG.3: einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sandwich-Verbundbauteils;
- 10 FIG.4: einer vierten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sandwich-Verbundbauteils;
- FIG.5: einer fünften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sandwich-Verbundbauteils; und
- 15 FIG.6: einer sechsten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sandwich-Verbundbauteils.

FIG. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sandwich-Verbundbauteils 1. Das dargestellte Sandwich-Verbundbauteil 1 ist ein flächiges Paneel mit einem im Querschnitt zur Mittelebene spiegelsymmetrischen Schichtaufbau. Der Schichtaufbau umfasst eine innenliegende Kernschicht 10, die zwischen zwei Verstärkungsschichten 20 angeordnet ist. An der Außenseite der jeweiligen Verstärkungsschicht 20 ist jeweils eine Trennschicht 30 angeordnet. Außenseitig an jeder Trennschicht 30 befinden sich eine Klebelage 40 und eine Funktionsschicht 50, wobei die Klebelage 40 die jeweilige Funktionsschicht 50 mit der angrenzenden Trennschicht 30 stoffschlüssig verbindet.

Die Kernschicht 10 ist in FIG.1 als eine vorgefertigte Hartschaumplatte aus Polyurethanschaum ausgeführt und weist vorzugsweise eine Massendichte von ca. 40 bis 80 kg/m³ auf. Die

77

Hartschaumplatte kann beidseitig jeweils eine zusätzliche Lage aus Aluminiumfolie mit einer Stärke zwischen 50 µm und 90 µm aufweisen (nicht gezeigt). Die Kernschicht 10 hat eine deutlich größere Schichtstärke bzw. Wandstärke in Querrichtung als jede der anderen Schichten und hält insbesondere die beiden Verstärkungsschichten 20 nach dem Sandwichprinzip auf Abstand zueinander. Die Kernschicht kann bspw. die Schichtstärke von 10 mm aufweisen. Dank der Kernschicht 10 aus PU-Schaum ist das Sandwich-Verbundbauteil 1 zudem wärme- und schallisolierend.

Die beiden Verstärkungsschichten 20 sind technisch identisch ausgeführt und umfassen einen Glasfaserverbund mit Phenolharz-Matrix, wobei der Massenanteil der Matrix in dem Verbund z.B. etwa 50% beträgt. Die Stärke der Verstärkungsschichten 20 ist hier spürbar größer 150 µm, typisch größer als 300 µm, meist $\geq 0,5\text{mm}$. Die Verstärkungsschichten 20 sind die mechanisch tragenden Schichten des Schichtaufbaus und sorgen für hohe Festigkeit des Sandwich-Verbundbauteils 1. Die Massendichte der Matrix per se kann in etwa 1200 kg/m^3 betragen, und die Massendichte der Verstärkungsfasern per se in etwa 2400 kg/m^3 . Die kombinierte Massendichte des Verbundmaterials der Verstärkungsschicht 20 liegt zwischen beiden Werten und kann bei ca. 50% Massenanteil etwa 1800 kg/m^3 betragen. Verstärkungsfasern niedriger Dichte, wie z.B. Carbon-, Baumwoll-, Viskose-, Thermoplast -, und/oder Hochleistungsthermoplast-Fasern können ebenfalls eingesetzt werden. Die kombinierte Massendichte des Verbundmaterials kann dabei geringer als 1800 kg/m^3 sein.

Die beiden Trennschichten 30 sind ebenfalls technisch identisch ausgeführt und umfassen eine Folie aus Polyvinylfluorid. Das bevorzugte Produktbeispiel nach Tabelle 1 umfasst Tedlar® TWH10BE 3 (Fa. DuPont, USA) als Polyvinylfluorid-Folie.

Die beiden brandschutzwirksamen Funktionsschichten 50 sind

ebenfalls identisch ausgeführt und bestehen in FIG.1 aus einer Aluminiumfolie. Die Stärke der Aluminiumfolie liegt zwischen 7 µm und 90 µm, z.B. bei 50 µm. Als Aluminiumfolie wird bevorzugt eine Legierung aus der Reihe 5xxx nach EN 5 573-3/4, z.B. Legierung 5052, eingesetzt. Die Aluminiumfolie bzw. Funktionsschichten 50 weist zur Erleichterung der Herstellung ggf. Perforationen mit einem Durchmesser von <2 mm in einer Rasteranordnung mit einem quadratischen Rastermaß von ca. 20-25 mm auf. Die Aluminiumfolie der Funktions- 10 schicht 50 ist im mechanischen Sinne nichttragend. Sie trägt überraschend wirksam zur Verbesserung der Eigenschaften des Sandwich-Verbundbauteils 1, insbesondere der sekundären Brandeigenschaften, im Brandfall bei. In FIG.1 stellt die Aluminiumfolie die äußere Schicht des Schichtaufbaus dar.

15 Die Schichten des Schichtaufbaus sind in an sich bekannter Weise miteinander verklebt, wobei z.B. Klebelagen 40 aus einem Thermoset-Harz bzw. Duroplast verwendet werden können.

Das Sandwich-Verbundbauteil 1 wird vorzugsweise kostengünstig durch ein geeignetes Press-Verfahren hergestellt, insbesondere durch Verpressen des Schichtaufbaus und Aushärten in 20 Heißpresstechnik. Dieses Verfahren ist besonders vorteilhaft, wenn das Sandwich-Verbundbauteil 1 planar ist und vorgefertigte Verstärkungsschichten 20 in Form von Prepregs verwendet werden. Im Ausführungsbeispiel nach FIG.1 sind für 25 die Herstellung der Verstärkungsschichten 20 Prepregs eingesetzt worden. Die Schichten des Schichtaufbaus werden in der obengenannten Reihenfolge abgelegt in eine Heißpresse eingebracht und hierin in einem Schritt miteinander verpresst und ausgehärtet. Die Prepreg-Schichten härten unter 30 der Wärmeeinwirkung und verbinden sich mit dem angrenzenden Schaumkern 10 und der Polyvinylfluorid-Folie 30 stoffschlüssig. Die Klebelagen 40 härten ebenfalls verbinden die Polyvinylfluorid-Folie 30 mit der Aluminiumfolie 50. Der ggf. nur vorgehärtete Schichtaufbau kann durch eine Nachtemperung

D

in einem Ofen bei einer Temperatur bis 250°C, bei der sowohl die Klebelage 40 als auch die Matrix der Verstärkungsschichten 20 vollständig ausgehärtet werden.

Es ist ebenfalls möglich, zuerst ein Laminat aus dem Prepreg
5 der Verstärkungsschicht 20, der Polyvinylfluorid-Folie der Trennschicht 30, der Klebelage 40 und der Aluminiumfolie der Funktionsschicht 50 durch Heißpressen zu erstellen und im nächsten Schritt mit der Kernschicht 10, z.B. einer vorgefertigten Hartschaumplatte, zu verkleben.

10 Insbesondere für nichtplanare Bauteile kann eine vorgefertigte Hartschaumplatte der Kernschicht 10 in eine offene Form eingelegt, eine Glasfaserschicht auf die Hartschaumplatte aufgelegt und die Anordnung mit einer Polyvinylfluorid-Folie der Trennschicht 30 abgedeckt. Anschließend wird
15 unter einer Folie Unterdruck erzeugt, z.B. etwa 75-90-prozentigem Vakuum. Eine Flüssigmatrix für die Verstärkungsschicht 20 kann dabei durch Harzinfusion zwischen die Trennschicht 30 und die Kernschicht 10 unter Vakuumeinwirkung eingebracht werden, sodass die Glasfaser mit dem Harz ge-
20 tränkt wird und überschüssiges Harz abgesaugt wird. Die Matrix kann unter Raumtemperatur an- oder aushärten. Bei Bedarf kann die Matrix der Verstärkungsschicht 20 durch eine anschließende Nachtemperung in einem Ofen bei höherer Temperatur, bis etwa 250°C, vollständig ausgehärtet werden. In ei-
25 nem weiteren alternativen Herstellungsverfahren kann zunächst die Verstärkungsschicht 20 in einer geschlossenen Form in einem Vakuuminjektionsverfahren oder im RTM-Verfahren hergestellt werden. Die Form kann im Ofen oder Autoklav erhitzt werden. Des Weiteren, kann die Verstär-
30 kungsschicht 20 auch durch Handlaminieren hergestellt werden.

Die in geeigneter Weise vorgefertigte Verstärkungsschicht 20 ggf. mit Trennschicht kann dann anschließend in geeigneter Technik mit einer vorgefertigten Kernschicht 10 und den

Funktionsschichten 50 zum endfertigen Sandwich-Verbundbauteil 1 verbunden werden. Ein noch nicht vollständig ausgehärtetes Halbzeug umfassend den oben beschriebenen Schichtaufbau kann auch in eine gewünschte Form verbogen und ggf. durch Heißhärtungsverfahren ausgehärtet werden. Es kommt auf die Herstellungstechnik und die Reihenfolge der Schichtherstellung grundsätzlich nicht an.

Technische Daten zu einem Produktbeispiel sind nachfolgend tabellarisch entsprechend der Schichtreihenfolge angegeben:

| Produktbeispiel: Sandwich-Verbundplatte für den Innenraum eines Passagierflugzeugs | |
|---|---|
| Schicht | Ausführung |
| Funktionsschicht | Aluminiumfolie, Schichtstärke 50 µm, mit Perforation |
| Klebelage | Kleber auf Epoxy-Basis |
| Trennschicht | Polyvinylfluorid-Folie |
| Verstärkungsschicht | GFK: Glasfaserverbund mit Phenolharz-Matrix (Prepreg), etwa 50% Faseranteil, Schichtstärke 0,5 mm |
| Kernschicht | Hartschaumplatte aus PUR-Schaum, Schichtstärke 10 mm |
| Verstärkungsschicht | GFK: Glasfaserverbund mit Phenolharz-Matrix (Prepreg), etwa 50% Faseranteil, Schichtstärke 0,5 mm |
| Trennschicht | Polyvinylfluorid-Folie |
| Klebelage | Kleber auf Epoxy-Basis |
| Funktionsschicht | Aluminiumfolie, Schichtstärke 50 µm, mit Perforation |

10 **Tabelle 1** (technische Daten zu Produktbeispiel)

Ein nach FIG.1 und mit den Daten nach Tabelle 1 fertiggestelltes Sandwich-Verbundbauteil 1 kann insbesondere die Brandschutzanforderungen an Flugzeuginnenraum-Materialien

77

gemäß EASA Spezifikation CS 25.853 a, d, erfüllen bzw. übertreffen.

Versuche an einem nach FIG.1 und Tabelle 1 hergestellten Sandwich-Verbundbauteil 1 lieferten folgende Ergebnisse:

- 5 - das Sandwich-Verbundbauteil 1 weist eine Wärmefreisetzungsratesrate HRR von $39,9 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ und eine Wärmefreisetzung von $23,3 \text{ kW}\cdot\text{min}\cdot\text{m}^{-2}$ auf (ermittelt entsprechend der Vorgaben aus Appendix F, Teil IV der EASA Spezifikation CS 25);
- 10 - das Sandwich-Verbundbauteil 1 nach FIG.1 zeigt eine spezifische optische Rauchgasdichte $D_s = 56$ nach 4 min (ermittelt gemäß ASTM Testverfahren F814-83); und
- 15 - das Sandwich-Verbundbauteil 1 zeigt eine mittlere Nachbrennzeit von 3s nach Entfernen der Zündflamme, eine mittlere Länge der verkohlten Zone von 43 mm und eine bzw. keine mittlere Nachbrennzeit brennend abgefallener Tropfen von 0s (jeweils ermittelt entsprechend der Vorgaben von CS 25.853 a und Appendix F, Teil I der EASA Spezifikation einer vertikalen Testanordnung).
- 20 FIG.2 eine zweite mögliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sandwich-Verbundbauteils 2. Der Schichtaufbau des dargestellten Sandwich-Verbundbauteils 2 umfasst im Unterschied zu dem Sandwich-Verbundbauteil 1 nach FIG.1 an jeder Seite der Kernschicht 10 aus Polyurethanschaum jeweils eine Verstärkungsschicht 22 aus Benzoxazinharz-Glasfaserverbund auf.
- 25 Direkt an der Außenseite der jeweiligen Verstärkungsschicht 22 ist jeweils eine Funktionsschicht 50 aus Aluminiumfolie angeordnet. Die Matrix der Verstärkungsschicht 22 verbindet die Verstärkungsschicht 22 mit der Kernschicht 10 und mit
- 30 der Funktionsschicht 50 stoffschlüssig. Das Sandwich-Verbundbauteil 2 bedarf keiner Trennschichten bzw. zusätzlichen Klebelagen, da die Benzoxazinharz-Matrix direkt mit der

Aluminiumfolie verbunden werden kann. Das Sandwich-Verbundbauteil kann jedoch alternativ auch eine Fluor-Kunststoff-Lage als die obere Dekorschicht 33 aufweisen, die durch eine Klebelage 40 aus einem Thermoset an die Aluminiumfolie angebunden ist, wie die Variante des Sandwich-Verbundbauteils 2' in FIG.3 zeigt.

FIG. 4 zeigt ein erfindungsgemäßes Sandwich-Verbundbauteil 4 schematische als weitere mögliche Ausführungsform. Der Schichtaufbau dieses Sandwich-Verbundbauteils 4 wurde, im Unterschied zu dem Sandwich-Verbundbauteil 1 nach FIG.1, mit einer Verstärkungsschicht 24 in Form eines Laminats aufgebaut. Jeweils eine Verstärkungsschicht 24 aus Phenolharz-Glasfaserverbund-Laminat wurde an jeder Seite der Kernschicht 10 aus Polyurethanschaum eingebunden, d.h. ein vollständig ausgehärtetes und nicht mehr reaktionsfähiges Laminat aus Phenolharz-Glasfaserverbund wurde in den Schichtaufbau integriert. Weil das Phenolharz im Laminat vor Aufnahme in den Schichtaufbau vollständig ausgehärtet ist wird das Laminat mittels einer Klebelage 40, z.B. aus Thermoset, an den beiden Seiten der Kernschicht 10 angeklebt. An der Außenseite der jeweiligen Verstärkungsschicht 24 wurde jeweils eine Funktionsschicht 50 aus Aluminiumfolie jeweils durch eine weitere Klebelage 40, z.B. aus Thermoset, mit dem Aufbau verbunden. Diese Variante des Sandwich-Verbundbauteils 4 bedarf keiner Trennschichten. Je nach dem Material der Klebelage kann der Schichtaufbau bei Raumtemperatur oder bei einer höheren Temperatur ausgehärtet werden.

FIG. 5 zeigt eine Abwandlung mit einem Sandwich-Verbundbauteil 4', wobei zusätzlich zum Schichtaufbau nach FIG.4, außenseitig jeweils eine weitere Verstärkungsschicht 24 aus dem Phenolharz-Glasfaserverbund-Laminat durch jeweils eine weitere Klebelage 40 an beiden Seiten angebracht ist.

FIG.6 zeigt als Variante ein Sandwich-Verbundbauteil 1', wobei die Funktionsschicht 50 aus Aluminiumfolie an beiden

7

Seiten der im Querschnitt des Sandwich-Verbundbauteils 1` zentral liegenden Hartschaum-Kernschicht 10 durch Klebelagen 40 aus einem Thermoset direkt auf die Kernschicht 10 angebracht wurde. Ferner ist jeweils eine Trennschicht 30 aus
5 einem thermoplastischen Kunststoff jeweils durch eine Klebelage 40 außenseitig der jeweiligen Funktionsschicht 50 angebunden. Beidseitig außen auf der jeweiligen Trennschicht 30 wurde jeweils eine Verstärkungsschicht 20 aus Phenolharz-Glasfaserverbund-Prepreg angeordnet. Auch dieser Schichtauf-
10 bau des Sandwich-Verbundbauteils 1` nach FIG.6 kann in einer Heißpresse verpresst werden, um die Matrix der Verstärkungsschicht 20 und der Klebelagen 40 auszuhärten.



K680581LU

PE/ba

26. November 2018

Anmelder:**EURO-COMPOSITES S.A.****6401 ECHTERNACH**

5

Sandwich-Verbundbauteil für Flugzeuginnenräume**Bezugszeichenliste**

10

FIG. 1, FIG.6:

1; 1` Sandwich-Verbundbauteil

10 Kernschicht

20 Verstärkungsschicht

15 30 Trennschicht

40 Klebelage

50 Funktionsschicht

FIG. 2, FIG.3:

20 2, 2` Sandwich-Verbundbauteil

10 Kernschicht

22 Verstärkungsschicht

50 Funktionsschicht

40 Klebelage

25 33 Dekorschicht

FIG. 4, FIG.5:

4; 4` Sandwich-Verbundbauteil

10 Kernschicht

30 24 Verstärkungsschicht

40 Klebelage

50 Funktionsschicht

B

K680581LU

PE/ba

26. November 2018

Anmelder:**EURO-COMPOSITES S.A.****6401 ECHTERNACH**

5

Sandwich-Verbundbauteil für Flugzeuginnenräume**Patentansprüche**

- 10 1. Sandwich-Verbundbauteil (1), insbesondere Verbundplatte,
für den Innenraum eines Passagierflugzeugs, umfassend einen
Schichtaufbau in Sandwichbauweise
- mit einer Kernschicht (10) aus Polymerschäum;
- mit einer Verstärkungsschicht (20) umfassend Faserverbund-
15 werkstoff; und weiterhin
- mit mindestens einer Funktionsschicht (50);
wobei diese Schichten des Schichtaufbaus stoffschlüssig,
insbesondere durch Klebeverbindung, miteinander verbunden
sind; **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 20 der Faserverbundwerkstoff der Verstärkungsschicht (20) eine
Polymermatrix umfasst, die eine höhere Massendichte als der
Polymerschäum der Kernschicht (10) aufweist, und
dass die mindestens eine Funktionsschicht (50) eine Metall-
folie, vorzugsweise eine Aluminiumfolie, umfasst, die eine
25 geringere Schichtstärke aufweist als die Verstärkungsschicht
(20).
2. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, dass das Sandwich-Verbundbauteil (1) hinsicht-
lich Entflammbarkeit, Rauchgasdichte und/oder Wärmefreiset-
30 zung die Brandschutzanforderungen an Flugzeuginnenraum-
Materialien gemäß EASA Spezifikation erfüllt.
3. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach Anspruch 1 oder 2,



dadurch gekennzeichnet, dass das Sandwich-Verbundbauteil (1) bezüglich Wärmefreisetzung und Wärmefreisetzungsrate die Anforderungen gemäß EASA Spezifikation CS 25.853 (d) erfüllt, und insbesondere eine nach CS 25.853 (d) und Appendix F, Teil IV ermittelte Wärmefreisetzungsrate $HRR \leq 65 \text{ kW/m}^2$ und Wärmefreisetzung $HR \leq 65 \text{ kW*min/m}^2$ aufweist.

4. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Sandwich-Verbundbauteil (1), nach CS 25.853 (d) und Appendix F, Teil IV ermittelt, eine gemittelte Wärmefreisetzungsrate $HRR \leq 45 \text{ kW/m}^2$ und/oder eine gemittelte Wärmefreisetzung $HR \leq 40 \text{ kW*min/m}^2$ aufweist.

5. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Sandwich-Verbundbauteil (1) bezüglich Rauch-Emissionseigenschaften, nach ASTM Testverfahren F814-83 ermittelt, eine gemittelte spezifische optische Rauchgasdichte $D_s < 100$ nach 4 min. aufweist.

6. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsschicht (20) zwischen der Funktionsschicht (50) und der Kernschicht (10) im Schichtaufbau angeordnet ist.

7. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schichtaufbau weiterhin eine Trennschicht (30) umfassend ein thermoplastisches Material, insbesondere ein halogenhaltiges thermoplastisches Material, vorzugsweise eine Fluor-Kunststoff-Lage, besonders bevorzugt eine Lage aus Polyvinylfluorid aufweist.

8. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennschicht (30) zwischen der Verstärkungsschicht (20) und der Funktionsschicht (50) angeordnet ist.

9. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der vorstehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsschicht (50) aus einer Aluminiumfolie besteht, insbesondere einer nichttragenden Aluminiumfolie, mit einer Stärke zwischen $7\mu\text{m}$ und $300\mu\text{m}$, bevorzugt zwischen $7\mu\text{m}$ und $100\mu\text{m}$.

5 10. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kernschicht (10) als Hartschaum-Platte oder Hartintegralschaum-Platte vorgefertigt ist.

10 11. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kernschicht (10) eine Massendichte von 20 bis 300 kg/m^3 , insbesondere von 40 bis 150 kg/m^3 , vorzugsweise von 40 bis 100 kg/m^3 , besonders bevorzugt von 40 bis 80 kg/m^3 aufweist.

15 12. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kernschicht (10) aus Polyurethanschaum, insbesondere PUR und/oder PIR, hergestellt ist bzw. besteht.

20 13. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kernschicht (10) aus einem PVC-, PET-, EPS-, PE- und/oder PMI-Schaum hergestellt ist.

25 14. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kernschicht (10) aus einer Kombination von mindestens zwei Schäumen, insbesondere ausgewählt aus: Polyurethan-, PVC-, PET-, EPS-, PE- oder PMI-Schaum, hergestellt ist bzw. besteht.

30 15. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schichtaufbau auf einer Seite der Kernschicht (10) die mindestens eine Funktionsschicht (50) als erste Funktionsschicht und vorzugsweise die Verstärkungsschicht (20) als erste Verstär-

7

kungsschicht sowie auf der anderen Seite der Kernschicht (10) eine zweite Funktionsschicht (50) und vorzugsweise eine zweite Verstärkungsschicht (20) aufweist, wobei die erste und die zweite Funktionsschicht (50) aus einer Aluminiumfolie bestehen, die eine geringere Schichtstärke aufweist als die erste Verstärkungsschicht (20), und vorzugsweise die ersten und zweiten Verstärkungsschichten (20) technisch identisch ausgeführt sind.

16. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schichtaufbau mindestens eine Funktionsschicht (50) aus Metallfolie auf jeder Seite der Kernschicht (10) umfasst.

17. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsschicht (20) aus einem vorgefertigten Prepreg, insbesondere einem Prepreg mit Phenolharz-Matrix und Glasfasern, hergestellt ist.

18. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallfolie, insbesondere Aluminiumfolie, der Funktionsschicht (50) Perforationen aufweist.

19. Sandwich-Verbundbauteil (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schichtaufbau folgende Schichtungsreihenfolge aufweist:

- 25 - eine erste Funktionsschicht (50) umfassend eine Aluminiumfolie;
- eine Klebelage (40), vorzugsweise aus einem Duroplast;
- eine erste Trennschicht (30) umfassend eine Thermoplastschicht, insbesondere eine Fluor-Kunststoffe-Lage (32), vorzugsweise eine Lage aus Polyvinylfluorid;
- 30 - eine erste Verstärkungsschicht (20) aus Faserverbundwerkstoff, insbesondere aus vorgefertigtem Prepreg;
- eine innenliegende, insbesondere zentrale Kernschicht (10)

aus Polymerschaum,

- eine zweite Verstärkungsschicht (20) aus Faserverbundwerkstoff, insbesondere aus vorgefertigtem Prepreg;

5 - eine zweite Trennschicht (30) umfassend eine Thermoplast-Schicht, insbesondere eine Fluor-Kunststoffe-Lage (32), vorzugsweise eine Lage aus Polyvinylfluorid;

- eine Klebelage (40), vorzugsweise aus einem Duroplast;

- eine zweite Funktionsschicht (50) umfassend eine Aluminiumfolie;

10 wobei diese Schichten des Schichtaufbaus miteinander stoffschlüssig verbunden sind.

20. Verwendung des Sandwich-Verbundbauteils (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 im von Passagieren und/oder der Crew genutzten Innenraum-Bereich eines Passagierflugzeugs.

15



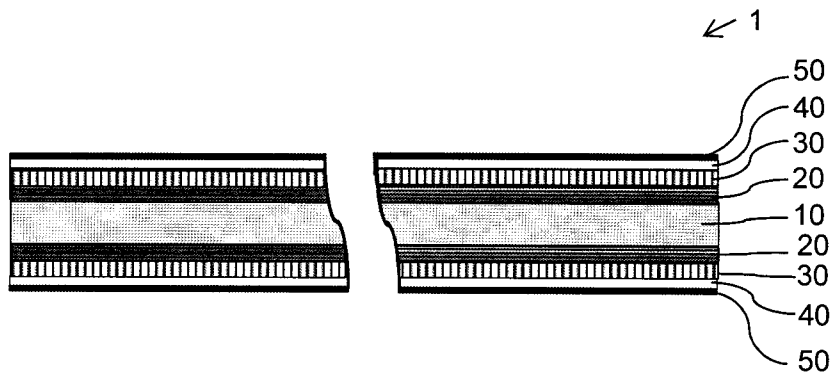


FIG. 1

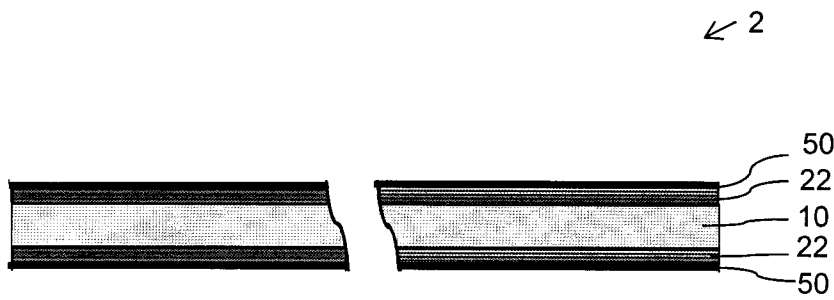


FIG. 2

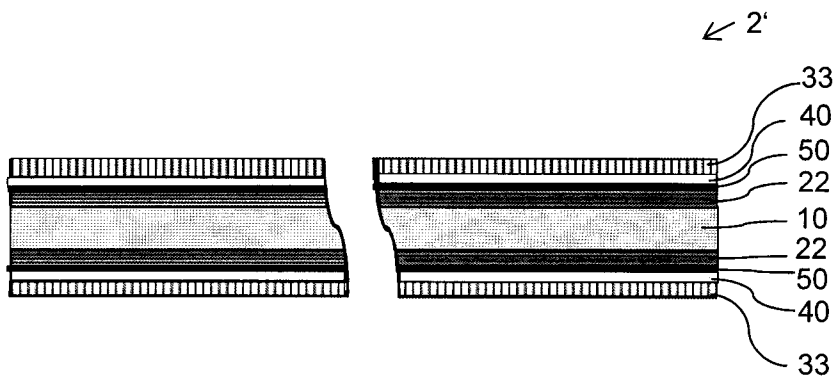


FIG. 3

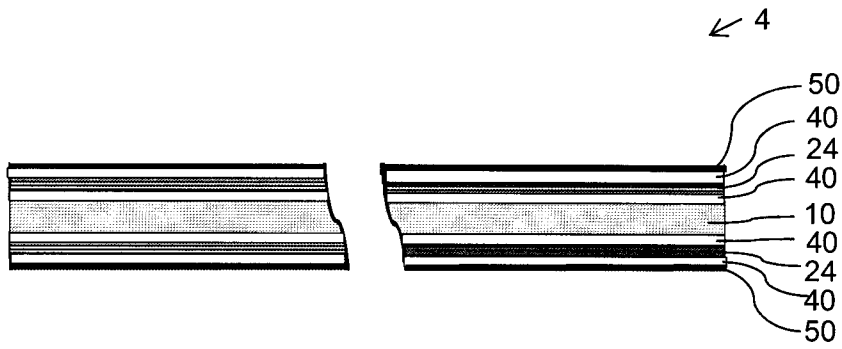


FIG. 4

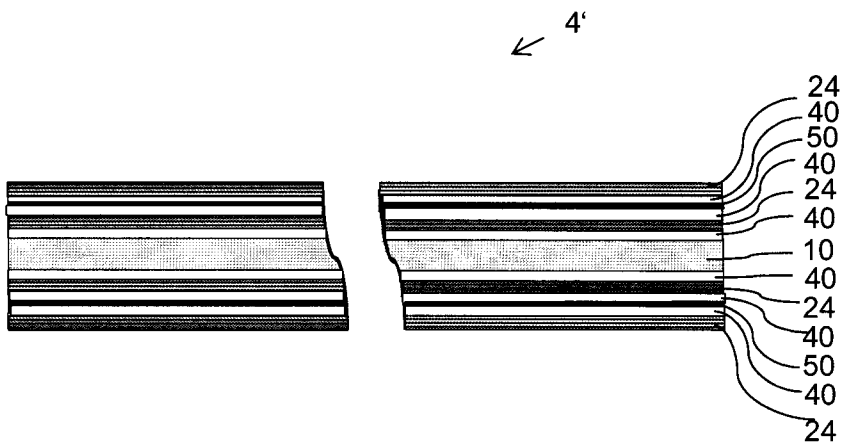


FIG. 5

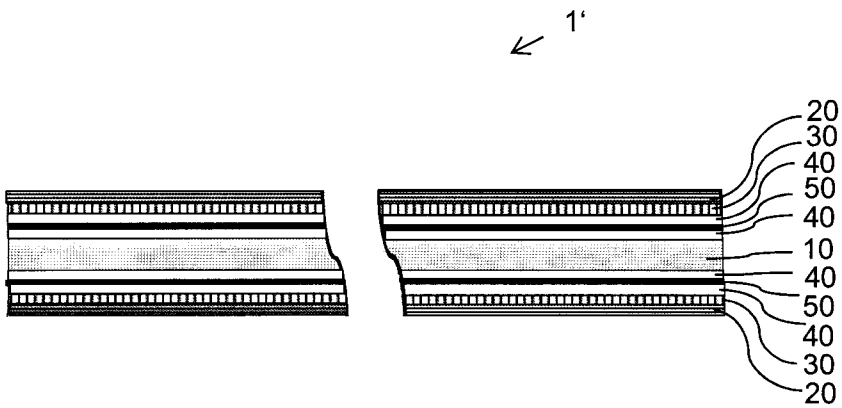


FIG. 6

A handwritten signature or mark, possibly a name, located in the bottom right corner of the page.