

(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
6. Dezember 2012 (06.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/163325 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B32B 15/14 (2006.01) **B29C 70/88** (2006.01)
B64D 45/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2012/000548

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Mai 2012 (25.05.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2011 103 334.7 27. Mai 2011 (27.05.2011) DE
10 2011 112 518.7
7. September 2011 (07.09.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **EADS DEUTSCHLAND GMBH** [DE/DE];
Willy-Messerschmitt-Strasse 1, 85521 Ottobrunn (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STEINWANDEL,**
Jürgen [DE/DE]; Bodanstr. 19a, 88690 Uhltingen (DE).
ENGLHART, Martin [DE/DE]; Angerstrasse 13, 83104
Schönau (DE). **JONKE, Dietrich, P.** [DE/DE];
Mozartstrasse 2, 85540 Haar (DE). **PIRINGER, Helmut**
[DE/DE]; Blumenstrasse 2a, 85598 Baldham (DE).
WULBRAND, Wilhelm [DE/DE]; Paracelsusstrasse 20,
88677 Markdorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A SURFACE STRUCTURE WITH LIGHTNING PROTECTION, AND SURFACE
STRUCTURE WHICH CAN BE PRODUCED IN THIS WAY

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER OBERFLÄCHENSTRUKTUR MIT BLITZSCHUTZ SOWIE
DAMIT HERSTELLBARE OBERFLÄCHENSTRUKTUR

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a surface structure (30) with a lightning protection device (31) having the following steps: a) provision of a carrying structure (34) on the basis of a fibre composite material, b) application of at least one lightning protection material arrangement (38) comprising or having a conducting material to the carrying structure (34), with the result that it adheres on the carrying structure (34) in a positionally fixed manner, c) application of a covering material (42) in such a way that it embeds the at least one lightning protection material arrangement (38) which is positionally fixed on the carrying structure (34), and d) bonding of the applied covering material (42).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (30) mit Blitzschutzeinrichtung (31) mit den Schritten: a) Vorsehen einer Tragstruktur (34) auf der Basis eines Faserverbundwerkstoffes, b) Aufbringen wenigstens einer Blitzschutzmaterialanordnung (38) aus oder mit einem leitenden Material auf die Tragstruktur (34), so dass diese auf der Tragstruktur (34) lagefixiert anhaftet, c) Aufbringen eines Deckmaterials (42) so, dass es die auf der Tragstruktur (34) lagefixierte wenigstens eine Blitzschutzmaterialanordnung (38) einbettet, und d) Verfestigen des aufgetragenen Deckmaterials (42).

WO 2012/163325 A1

Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur mit Blitzschutz sowie damit herstellbare Oberflächenstruktur

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur mit Blitzschutzeinrichtung. Außerdem betrifft die Erfindung ein Fahrzeugbauteilherstellverfahren zum Herstellen eines Bauteils eines Fahrzeuges unter Verwendung des Oberflächenstrukturherstellverfahrens zum Bereitstellen einer Oberflächenstruktur dieses Bauteils. Schließlich betrifft die Erfindung eine mit einem solchen Verfahren herstellbare Oberflächenstruktur sowie ein eine solche Oberflächenstruktur aufweisendes Fahrzeugbauteil.

Die Erfindung betrifft insbesondere die Herstellung von Schichtsystemen zum Blitzschutz von Bauteilen. Insbesondere finden solche Bauteile in der Luft- und Raumfahrttechnik Anwendung, z.B. in Flugzeugen oder Hubschraubern. Erfindungsgemäße Oberflächenstrukturen können aber auch bei anderen Fahrzeugen oder bei sonstigen blitzgefährdeten Objekten, wie z.B. Bauwerken oder Windkraftanlagen, eingesetzt werden.

Bekannte Schichtsysteme sind beispielsweise in der US 4 155 896 sowie insbesondere der DE 10 2006 046 002 B4 offenbart. In diesem Patent ist außerdem der technologische Hintergrund zum Blitzschutz näher erläutert. Es wird für weitere Einzelheiten zu diesem technologischen Hintergrund ausdrücklich auf die DE 10 2006 046 002 B4 sowie den gesamten darin zitierten Stand der Technik verwiesen.

Das Problem des Blitzschutzes besteht insbesondere bei Bauteilen aus Kunststoff oder bei Bauteilen, die Kunststoff-Strukturen enthalten. Beispielsweise kommen solche Kunststoff-Strukturen in der Luftfahrttechnik in Form von Kunststoff-Verbundwerkstoffen zum Einsatz. Verbundwerkstoffe aus Kunststoff, insbesonde-

re kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK), haben den Vorteil, dass sie leichtgewichtig sind und dennoch sehr gute mechanische Eigenschaften, wie z.B. eine hohe Festigkeit aufweisen. Sie können in einfacher Weise auch in ungewöhnliche unregelmäßige Formen gebracht werden. Daher ist der Einsatz von derartigen faserverstärkten Verbundwerkstoffen insbesondere für die Luftfahrttechnik interessant und wird dort in Zukunft in größerem Maße eingesetzt.

Der geplante Einsatz größerer Strukturen in CFK-Bauweise in der Luftfahrttechnik erfordert unter anderem einen wirksamen Schutz gegenüber Blitzeinschlag. Die physikalischen Vorgänge beim Blitzeinschlag sind bei CFK-Strukturen im Wesentlichen analog zu denen bei metallischen Strukturen. Es kommt zur Ausbildung eines Vorentladungs-Plasmakanals und im weiteren Verlauf zur Blitzentladung. Je nach Lage des Erstberührungspunktes wird der Blitzkanal über die Luftzeugoberfläche gezogen. Mit der Berührung vom Blitzkanal und Flugzeugoberfläche ist ein hoher Stromfluss und Wärmeeintrag in die betreffende Struktur verbunden. Die Parameter, die die Intensität des Blitzes charakterisieren, unterscheiden sich nicht zwischen CFK-Strukturen und metallischen Bauteilen. Da die Wärmeleitfähigkeit und elektrische Leitfähigkeit von CFK-Strukturen deutlich geringer ausfällt als die von Metallen, ist es bei im Außenraum einzusetzenden CFK-Strukturen vorteilhaft, einen Blitzschutz vorzusehen. Ansonsten könnte bei Blitzeinschlag eine erhebliche Delamination mit einhergehender Festigkeitseinbuße die Folge sein.

Fig. 7 zeigt eine Oberflächenstruktur 10 in Form eines Schichtsystems 12 gemäß einem bei Luftfahrzeugen derzeit in der Praxis eingesetzten Stand der Technik. Das Schichtsystem 12 weist eine Tragstruktur 14 auf der Basis eines faserverstärkten Kunststoffes, insbesondere eine Tragstruktur 14 mit einer CFK-Struktur 16, auf. In der Praxis werden zum Schutz solcher CFK-Strukturen gegen Schädigung bei Blitzeinschlag derzeit nahezu ausnahmslos Gitterstrukturen und Netzstrukturen aus Metallen eingesetzt. Die Fig. 7 zeigt hierzu ein Kupferdrahtnetz 18,

welches in eine Kunststoffmatrix 20 aus dem gleichen Kunststoffmaterial wie die CFK-Struktur 16 eingebettet ist. Demnach ist eine Gitterstruktur oder Netzstruktur aus Metall als äußere Lage in die CFK-Struktur 16 einlaminieren. Darüber ist eine Deckschicht aus Decklack 22 aufgebracht.

Insbesondere bei größeren Strukturbauteilen handelt es sich bei der Herstellung solcher bekannter Schichtsysteme 12 um eine verfahrenstechnisch aufwändige Methode, die mit signifikanten Gewichtsbelastungen verbunden ist.

Ein Beispiel für eine ähnliche Oberflächenstruktur ist in der US 2011/0174522 A1 offenbart. Diese Druckschrift betrifft ein Prepreg, welches aus nicht-leitenden Faserstrukturen und einer Gewebestruktur aus leitenden Fasern gebildet ist. Die Fasern sind in Harz eingebettet; aus einem derartigen Prepreg lässt sich ein Verbundbauteil aufbauen.

Eine ähnliche Oberflächenstruktur ist aus der US 2007/0141927 A1 bekannt. Hierbei wird auf einer Tragstruktur 20 eine Isolatorschicht, darauf ein Metallgittermaterial, wie beispielsweise eine expandierte Aluminiumfolie, aufgelegt und dann die Oberfläche durch Spachtelmaterialien und Finishern, wie z.B. Decklacken, überdeckt.

In der US 2009/0227162 A1 ist dagegen offenbart, Partikel, wie z.B. Metallpartikel, zusammen mit Nano-Fasern und Nano-Röhren in Decklacke oder Farben einzumischen, um hierdurch elektrisch leitfähige Oberflächenstrukturen auf Faserverbundwerkstoffen durch Sprühauftrag zu erzeugen. Bei einer anderen Ausgestaltung werden elektrisch leitfähige Schichten als Folien, papierähnliche Strukturen oder Vlies-Strukturen entsprechend eingebettet in Matrixmaterialien vorgefertigt und diese Strukturen dann auf Faserverbundmaterialien aufgelegt.

Demgegenüber werden Strukturen gemäß der US 4 155 896 dadurch mit leitfähigen Schichten versehen, dass Aluminiumfasern in Decklacke oder dergleichen zugemischt werden und anschließend in einem elektrischen Feld ausgerichtet werden.

Bei den zuvor erwähnten Druckschriften soll der Blitzschutz allein dadurch erreicht werden, dass elektrisch leitfähige Schichten vorgesehen sind, die die Energie verteilen sollen. Dies hat sich nicht in allen Fällen als ausreichend herausgestellt.

Eine Verbesserung demgegenüber beschreibt die DE 10 2006 046 002 B4. Bei der daraus bekannten Schichtstruktur sind polarisierbare, elektrisch leitfähige, längliche Partikel in der Deckschicht eingebracht und dort in Dickenrichtung ausgerichtet, um als Blitzzündelemente zu dienen. Es wird für weitere Einzelheiten hierzu auf die DE 10 2006 046 002 B4 verwiesen.

Die Ausrichtung ist notwendig, um einen ausreichenden Blitzschutz zu erreichen.

Zur Herstellung wird derart vorgegangen, dass der Decklack zunächst mit den Partikeln vermischt wird und dann auf die Tragstrukturen aufgebracht wird. Noch während der Lack flüssig ist, wird ein elektrisches Feld angelegt, um die polarisierbaren Partikel entsprechend in Dickenrichtung der Schicht auszurichten. Das Anlegen eines elektrischen Feldes, das für die komplette Ausrichtung der Partikel stark genug ist, stellt sich insbesondere bei komplizierten Oberflächenstrukturen als problematisch und aufwändig dar. Die gewünschte Ausrichtung lässt sich teils nur unzureichend und schwierig erreichen.

Aufgabe der Erfindung ist es demnach, ein Verfahren zum Herstellen von Oberflächenstrukturen mit Blitzschutz bereitzustellen, das einfacher durchzuführen ist und mit dem ein verbesserter Blitzschutz erzielbar ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Verwendungen des Verfahrens sowie damit herstellbare Strukturen sind Gegenstand der Nebenansprüche.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung schafft ein Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur mit Blitzschutzeinrichtung mit den Schritten:

- a) Vorsehen einer Tragstruktur auf der Basis eines faserverstärktem Verbundwerkstoffs,
- b) Aufbringen wenigstens einer Blitzschutzmaterialanordnung aus oder mit einem leitenden Material auf die Tragstruktur, so dass diese auf der Tragstruktur lagefixiert anhaftet,
- c) Aufbringen eines Deckmaterials so, dass es die auf der Tragstruktur lagefixierte wenigstens eine Blitzschutzmaterialanordnung einbettet, und
- d) Verfestigen des aufgetragenen Deckmaterials.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Blitzschutzmaterialanordnung durch eine Anordnung elektrisch leitfähiger Partikel als Blitzzündelemente gebildet wird, die auf der Tragstruktur vor dem Einbetten in das Deckmaterial lagefixiert werden.

Durch das Aufbringen der Blitzschutzeinrichtung vor dem diese einbettenden Deckmaterial lässt sich die gewünschte Verteilung, Anordnung und/oder Ausbildung des Blitzschutzmaterials erreichen und lagefixieren. Das Aufbringen und Verfestigen des Deckmaterials bettet dann die gewünschte Blitzschutzmaterialanordnung passend ein und stabilisiert diese.

Die Blitzschutzmaterialanordnung ist aus einzelnen Partikeln gebildet ist, die beispielsweise als Blitzzündelemente wirken sollen; dabei lassen sich diese Partikel und deren Verteilung vorher entsprechend festlegen. Durch die Vorfixierung ist zumindest ein Ende der Partikel bereits richtig lagefixiert, so dass auch die Ausrichtung der Partikel entsprechend besser vorbestimmbar ist.

Das Deckmaterial ist vorzugsweise zum Bilden einer gegen Umwelteinflüsse geeigneten äußeren Deckschicht geeignet. Es kann beispielsweise ein vorzugsweise hochstabiles thermoplastisches Material sein. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist als Deckmaterial ein Polyetherketon, beispielsweise ein Polyether-Etherketon (PEEK), eingesetzt. Solche Materialien sind einerseits gut formbar, andererseits im flüssigen Zustand aufbringbar und dennoch ausreichend temperatur- und wetterfest sowie widerstandsfähig gegen äußere mechanische Einflüsse.

Vorzugsweise werden die als Partikel ausgebildeten Blitzschutzmaterialien der Blitzschutzmaterialanordnung unmittelbar oder mittelbar auf die Tragstruktur aufgeklebt. Die Blitzschutzmaterialien können leitfähig verbunden sein und mit einer leitfähigen Struktur, insbesondere zum Ableiten von Spannungen, verbunden sein. Zum Zünden des Blitzes sind gemäß der in der DE 10 2006 046 002 B4 erläuterten Bemerkungen zum technologischen Hintergrund auch isolierte, beispielsweise polarisierbare, Partikel geeignet. Daher können die Partikel auch vollständig von nicht leitenden Materialien umgeben sein.

Demnach ist bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens vorgesehen, dass Schritt b) umfasst:

- b1) Aufkleben der wenigstens einen Blitzschutzmaterialanordnung mittels eines Klebers auf der Tragstruktur.

Schritt b1) umfasst gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung:

- b1a) flächiges Auftragen des Klebers auf der Tragstruktur zum Bilden einer durchgängigen Klebefläche oder
- b1b) bereichsweises Auftragen des Klebers auf der Tragstruktur zum Bilden von mehreren Klebebereichen oder
- b1c) punktuelleres Auftragen des Klebers auf der Tragstruktur.

Weitere Ausgestaltungen sind dadurch gekennzeichnet, dass der in Schritt b1) aufzutragende Kleber ein elektrisch leitfähiger Kleber oder ein elektrisch nicht leitfähiger Kleber ist.

Die Partikel können polarisierbare Partikel sein. Vorzugsweise sind die Partikel länglich ausgebildet. Z.B. können die Partikel gebildet sein durch Fasern, insbesondere Kurzfasern, und mehr insbesondere durch Kohlenstofffasern. Möglich wären auch kleine Röhren, wie beispielsweise Nanoröhren, insbesondere Kohlenstoffnanoröhren. Es ist aber auch die Verwendung von Splittern, wie beispielsweise Siliziumkarbidsplittern, Graphitsplittern oder Metallsplittern, oder die Verwendung stiftförmiger Partikel, wie beispielsweise Metallstifte, möglich. Werden Splitter verwendet, so haben diese vorzugsweise wenigstens ein spitzes Ende, das von der Tragstruktur vorstehend wegzurichten ist.

In einer weiteren Ausgestaltung kann die Blitzschutzmaterialanordnung auch durch Aufsprayen oder Aufsprühen von einzelnen Metallstiften auf die Tragstruktur hergestellt werden.

Die Metallstifte können z.B. aus irgendeinem geeigneten Metallpulver, wie insbesondere Aluminiumpulver, erzeugt werden.

Die Blitzschutzmaterialanordnung wird vorzugsweise auf einer CFK-Struktur als Tragstruktur aufgebracht.

Demgemäß ist bei einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens vorgesehen, dass Schritt a) die Herstellung eines flächigen Bauteilsubstrat aus einem CFK-Verbundmaterial, insbesondere aus einem mit Kohlenstofffasern verstärkten Epoxidharz, umfasst.

Es kann vorteilhaft sein, zwischen die Blitzschutzmaterialanordnung und die Tragstruktur eine Schutzschicht, insbesondere gegen Temperaturbeanspruchung, vorzusehen, diese kann beispielsweise durch ein Vlies aus leitenden und/oder nicht leitenden Fasern gebildet werden.

Vorzugsweise weist die Zwischenschicht ein nicht gewebtes Fasergebinde auf.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer Oberflächenstruktur mit Blitzschutz;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer Oberflächenstruktur mit Blitzschutz;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform einer Oberflächenstruktur mit Blitzschutz;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform einer Oberflächenstruktur mit Blitzschutz;

- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer fünften Ausführungsform einer Oberflächenstruktur mit Blitzschutz;
- Fig. 6 eine schematische Darstellung einer sechsten Ausführungsform einer Oberflächenstruktur mit Blitzschutz; und
- Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Oberflächenstruktur mit Blitzschutz gemäß dem Stand der Technik.

Im folgenden werden verschiedene Ausführungsformen von Oberflächenstrukturen 30 mit Blitzschutzeinrichtung 31 sowie vorteilhafte Verfahren zur Herstellung solcher Oberflächenstrukturen 30 anhand der Darstellungen in den Fig. 1 bis 6 näher erläutert.

Die Oberflächenstrukturen 30 sind als Schichtsysteme 32 aufgebaut. Sie weisen eine Tragstruktur 34 aus einem Verbundmaterial auf, wobei die Tragstruktur 34 eine CFK-Struktur 36 beinhaltet. Die Blitzschutzeinrichtung 31 ist durch eine Blitzschutzmaterialanordnung 38 gebildet, die in eine Deckschicht 40 aus einem Schutz gegen Umwelteinflüsse bietenden Deckmaterial in Form eines Decklackes 42, insbesondere aus PEEK, eingebettet sind.

Zur Herstellung der Oberflächenstrukturen 30 wird derart vorgegangen, dass zunächst die Tragstruktur 34 hergestellt und bereitgestellt wird und dann die Blitzschutzmaterialanordnung 38 auf diese Tragstruktur 34 angeordnet und lagefixiert wird.

Hierzu wird bei den gezeigten Ausführungsformen der Fig. 1 bis 6 zunächst die Tragstruktur 34 mit einer Schutzschicht 43 versehen. Die Schutzschicht 43 weist insbesondere ein Vlies 44 auf. Das Vlies 44 ist optional und kann bei Bedarf weg-

gelassen werden. Allgemein weist die optionale Schutzschicht 43 vorzugsweise ein textiles Flächengebilde auf, das aus elektrisch leitfähigen Fasern oder aus elektrisch nicht leitfähigen Fasern gebildet ist.

Das Vlies 44 ist ein nicht gewebtes Fasergebilde aus Fasern, die zum Bilden eines leitenden Untergrundes aus leitfähigem Material oder zum Bilden eines nicht leitfähigen Untergrundes aus nicht leitfähigen Fasermaterialien gefertigt sein können. Beispielsweise kann ein Kohlenstoffvlies 44a zum Bilden einer leitfähigen Schicht oder ein Glasfaservlies 44b zum Bilden einer nicht leitenden Schicht aufgebracht werden. Das Kohlenstoffvlies 44a kann beispielsweise ein unter dem Handelsnamen SIGRATEK ® erhältliches Vlies sein.

Die Schutzschicht 43 weist weiter ein Kunststoffmaterial zum Einbetten des Vlieses 44 auf. Geeignete Materialien sind thermoplastische Harze, z.B. PPS oder PAA.

Bei den Ausführungsformen gemäß den Fig. 1 bis 4 wird ein Kleber 46 flächig (Fig. 2 und Fig. 3) oder bereichsweise (Fig. 1 oder Fig. 4), insbesondere punktuell, auf die Tragstruktur 43, insbesondere die Schutzschicht 43, aufgetragen. Hierdurch bildet sich eine Klebstoffschicht 48 bei dem flächigen Auftrag; oder es sind Klebstoffbereiche 50, insbesondere Klebstoffpunkte, vorgesehen.

Bei den Ausführungsformen gemäß den Fig. 1 bis 4 werden zum Bilden der Blitzschutzmaterialanordnung 38 Partikel aus leitfähigen Materialien in Form von kurzen Kohlenstofffasern 52 oder alternativ auch Nanotubes (nicht dargestellt) oder in Form von Splittern 54 aus leitfähigem Material auf den Kleber 46 aufgebracht und durch diesen fixiert.

Bei den Splittern 54 handelt es sich beispielsweise um Siliziumkarbid-Kornsplitter aus Silizium-infiltriertem Siliziumkarbid (Si/SiC). Alternativ sind Graphitsplitter möglich.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 5 wird die Blitzschutzmaterialanordnung 38 ebenfalls durch Partikel ausgebildet. Zum Bilden dieser Partikel werden jedoch einzelne Metallstifte 56 auf die Tragstruktur 34, gegebenenfalls auf das Vlies 44, aufgesprüht. Die Metallstifte 56 werden beispielsweise aus irgendeinem geeigneten Metallpulver, wie z.B. aus Aluminiumpulver, gebildet. Das Aufsprühen erfolgt derart, dass die Metallstifte 56 auf der Tragstruktur 34 anhaften.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 wird das Vlies 44 als Träger für eine metallische Beschichtung 58 verwendet. Beispielsweise enthält die Metallbeschichtung eine Aluminiumoberflächenbeschichtung durch thermisches Sprühen.

Bei allen Ausführungsformen wird nach Anordnung der Blitzschutzmaterialien die Deckschicht 40 durch Aufbringen des Decklackes 42 in flüssiger Form aufgebracht. Der Decklack 42 bettet die Blitzschutzmaterialanordnung 38 ein.

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Ausführungsformen der Oberflächenstrukturen 30 anhand der einzelnen Figuren noch näher erläutert.

Die in Fig. 1 gezeigte erste Ausführungsform der Oberflächenstruktur 30 ist durch elektrostatisches Beflocken als Oberflächenbehandlung durchgeführt. Hierzu wird der Kleber 46, der leitend oder nicht leitend ausgeführt sein kann, punktuell aufgebracht, so dass sich die Klebstoffbereiche 50 ausbilden. An diesen Klebstoffbereichen werden die Kohlenstofffasern 42 oder Nanotubes fixiert, es wird ein elektrisches Feld zur Ausrichtung der Fasern oder Röhren angelegt und anschließend die Decklackbehandlung durchgeführt.

Dadurch entsteht ein Schichtsystem 32 aus der CFK-Struktur 36, dem Kohlenstoffvlies 44a, den Klebstoffbereichen 50 mit den Kurzfasern aus Kohlenstoff, die in die Deckschicht 40 eingebettet sind.

Die eingebetteten Kohlenstofffasern 52 oder Kohlenstoffnanoröhren bilden Blitzzündelemente 60. Diese Blitzzündelemente 60 können leitfähig mit dem Untergrund verbunden sein oder elektrisch von dem Untergrund getrennt sein.

Vorteile der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsform der Oberflächenstruktur 30 sind ein geringes Gewicht pro Flächeneinheit durch die Kohlenstofffasern 52, die Möglichkeit einer dreidimensionalen Formgebung, die nicht-korrosive Konstruktion, die Einbindung von Blitzzündelementen 60 mit oder ohne elektrische Verbindung, die Kompatibilität mit der Decklackbeschichtung und eine einfache Wartung der Oberflächen.

Optional kann eine leitfähige Grundfläche oder eine nicht leitfähige Grundfläche ausgeführt werden. Dies geschieht insbesondere durch Auswahl des Vlieses 44.

Bei der in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsform der Oberflächenstruktur 30 sind anstelle der Fasern als Blitzschutzelemente Splitter 54 verwendet. Der Kleber 46 ist flächig aufgetragen. Die durch die Splitter 54 gebildeten Blitzzündelemente 60 können mit oder ohne elektrisch leitfähiger Verbindung befestigt werden, je nach dem, ob ein leitfähiger Kleber 46 oder ein nicht leitfähiger Kleber 46 sowie ein leitfähiges Untergrundvlies 44a oder ein nicht leitfähiges Untergrundvlies 44b eingesetzt wird.

In dem Beispiel sind Si/SiC-Splitter anstatt CFK-Kurzfasern als Blitzzündelemente 60 verwendet. Diese Splitter 54 weisen Spitzen auf, die nach außen gerichtet sind und die Blitzzündung initiieren können.

Dementsprechend weist die zweite Ausführungsform folgendes Schichtsystem 32 auf: Als Untergrund ist die CFK-Struktur 36 vorgesehen, darauf ist optional das Kohlenstoffvlies 44a oder auch alternativ das Glasfaservlies 44b vorgesehen. Darüber befindet sich die Klebstoffschicht 48, mittels der die Splitter 54 fixiert sind. Die Splitter 54 sind in dem Decklack 42 eingebettet.

Vorteile dieser in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform sind unter anderem, dass das Schichtsystem 32 direkt auf eine Luftfahrzeugoberfläche, beispielsweise eine Flugzeugoberfläche, aufgebracht werden kann. Trägerartige Folien oder dergleichen sind nicht notwendig. Die Splitter 54 schaffen eine Blitzschutzeinrichtung 31 mit einer geringen Masse pro Flächeneinheit. Es ist eine dreidimensionale beliebige Formgebung möglich. Die Konstruktion ist insgesamt nicht korrosiv ausgeführt. Es können Blitzzündelemente 60 mit oder ohne elektrischer Verbindung vorgesehen werden. Die Konstruktion ist kompatibel mit der Decklackbeschichtung. Es ist nur eine geringe Wartung erforderlich. Auch hier können optional eine leitfähige Grundfläche oder eine nicht leitfähige Grundfläche ausgebildet werden.

Die in Fig. 3 dargestellte dritte Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsform mit dem Unterschied, dass eine geringere Anzahl von Splitttern 54 vorgesehen ist, die somit nur punktuell oder bereichsweise und mit geringerem Flächengewicht in der Deckschicht 40 eingebettet sind.

Die in Fig. 4 dargestellte vierte Ausführungsform entspricht ebenfalls der in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsform mit dem Unterschied, dass der Kleber 46

nur bereichsweise zum Bilden der Klebstoffbereiche 50 angeordnet ist und dass auch die als Blitzzündelemente 60 vorgesehenen Splitter 54 entsprechend nur punktuell vorgesehen sind.

Bei der in Fig. 5 dargestellten fünften Ausführungsform ist die Blitzschutzmaterialanordnung 38 durch thermisches Sprühen ausgebildet. Hierzu werden beispielsweise Aluminiumpulver entsprechend geschmolzen und in noch flüssiger Form aufgesprüht. Das Vlies 44 wirkt als Schutzschicht zum Schützen der CFK-Struktur 36 und als Untergrund für die so ausgebildeten Metallstifte 56.

Es wird somit folgendes Schichtsystem 32 erreicht:

Die Tragstruktur 34 weist die CFK-Struktur 36 auf, auf der das Vlies 44, ausgebildet beispielsweise als Kohlenstoffvlies 44a oder als Glasfaservlies 44b, aufgebracht ist. Darauf sind die Metallstifte 56 zum Bilden der Blitzzündelemente 60 verteilt thermisch aufgesprüht. Über diese Blitzzündelemente 60 ist dann die Deckschicht 40 aufgebracht.

Vorteile der in Fig. 5 dargestellten fünften Ausführungsform sind im Folgenden wiedergegeben: Es ist eine beliebige dreidimensionale Formgebung möglich. Ein nicht-korrosives Vlies 44 dient als Träger für die Metallstifte 56. Die Konstruktion ist kompatibel mit einer Decklackbeschichtung 42. Es werden Blitzzündelemente 60 mit oder ohne leitfähiger Verbindung bereitgestellt. Die Oberfläche ist wartungsarm. Optional können eine leitfähige Grundfläche oder eine nicht leitfähige Grundfläche vorgesehen sein.

Auch bei der in Fig. 6 dargestellten sechsten Ausführungsform wirkt das Vlies 44 als Schutz der CFK-Struktur 36, so dass auf das Vlies 44 eine Metallschicht durch thermisches Sprühen aufgebracht werden kann. Alternativ können elektrisch leit-

fähige Matten mit unterschiedlichen Fasern und Binderoptionen vorgesehen werden.

Demnach ergibt sich folgendes Schichtsystem 32: Die Tragstruktur 34 weist die CFK-Struktur 36 auf, darauf ist das Vlies 44 angebracht, welches durch thermisches Sprühen, beispielsweise mit Aluminium oder sonstigem Metall beschichtet ist. Darüber ist der Decklack 22 angebracht.

Vorteile dieser Ausführungsform sind, dass eine beliebige dreidimensionale Formgebung möglich ist, dass ein nicht-korrosives Vlies 44 als Träger für eine metallische Beschichtung dient, dass die Konstruktion kompatibel mit der Decklackbeschichtung ist und dass die Oberfläche wartungsarm ist.

Bei allen Ausführungsformen kann die CFK-Struktur 36 aus einem kohlenstofffaserverstärkten Epoxidharz gebildet werden.

Bezugszeichenliste:

- 10 Oberflächenstruktur
- 12 Schichtsystem
- 14 Tragstruktur
- 16 CFK-Struktur
- 18 Kupferdrahtnetz
- 20 Kunststoffmatrix
- 22 Decklack
- 30 Oberflächenstruktur
- 31 Blitzschutzeinrichtung
- 32 Schichtsystem
- 34 Tragstruktur
- 36 CFK-Struktur
- 38 Blitzschutzmaterialanordnung
- 40 Deckschicht
- 42 Decklack
- 43 Schutzschicht
- 44 Vlies
- 44a Kohlenstoffvlies
- 44b Glasfaservlies
- 46 Kleber
- 48 Klebstoffschicht
- 50 Klebstoffbereich
- 52 Kohlenstofffasern
- 54 Splitter
- 56 Metallstift
- 58 Metallbeschichtung
- 60 Blitzzündelement

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenstruktur (30) mit Blitzschutzeinrichtung (31) mit den Schritten:
 - a) Vorsehen einer Tragstruktur (34) auf der Basis eines Faserverbundwerkstoffs,
 - b) Aufbringen einer Anordnung elektrisch leitfähiger Partikel (52, 54, 56) als Blitzzündelemente auf die Tragstruktur (34), so dass die Partikel in gewünschter Anordnung und Verteilung auf der Tragstruktur (34) lagefixiert anhaften, um eine Blitzschutzmaterialanordnung (38) aus oder mit einem leitenden Material zu bilden.
 - c) Aufbringen eines Deckmaterials (42) so, dass es die auf der Tragstruktur (34) lagefixierte wenigstens eine Blitzschutzmaterialanordnung (38) einbettet, und
 - d) Verfestigen des aufgetragenen Deckmaterials (42),wobei die Partikel auf der Tragstruktur (34) vor dem Einbetten in das Deckmaterial (42) lagefixiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt b) umfasst:
 - b1) Aufkleben der wenigstens einen durch die Partikel gebildeten Blitzschutzmaterialanordnung (38) mittels eines Klebers (46) auf der Tragstruktur.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt b1) umfasst:
 - b1b) bereichsweises Auftragen des Klebers auf der Tragstruktur (34) zum Bilden von mehreren Klebereichen (50) oder

b1c) punktueller Auftrag des Klebers (46) auf der Tragstruktur (34).

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der in Schritt b1) aufzutragende Kleber (46) ein elektrisch leitfähiger Kleber ist.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel ausgewählt sind aus einer Gruppe, die

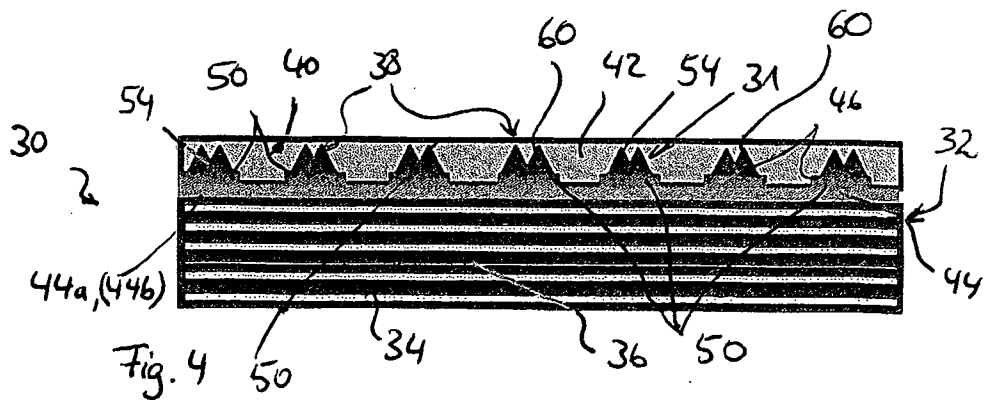
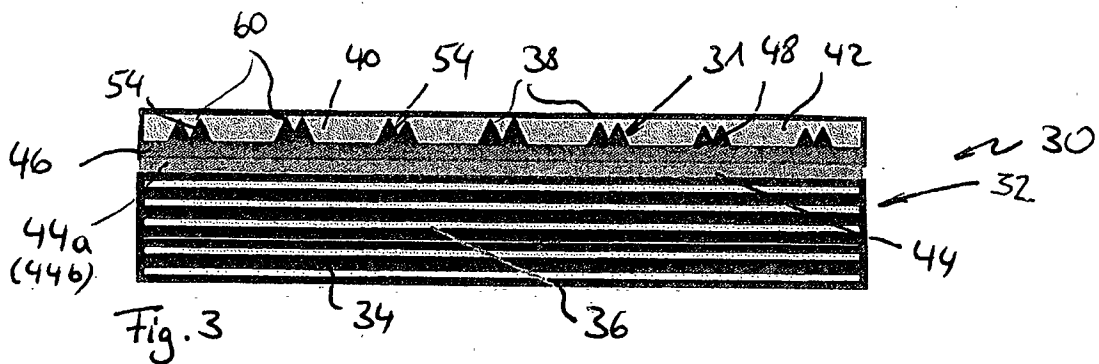
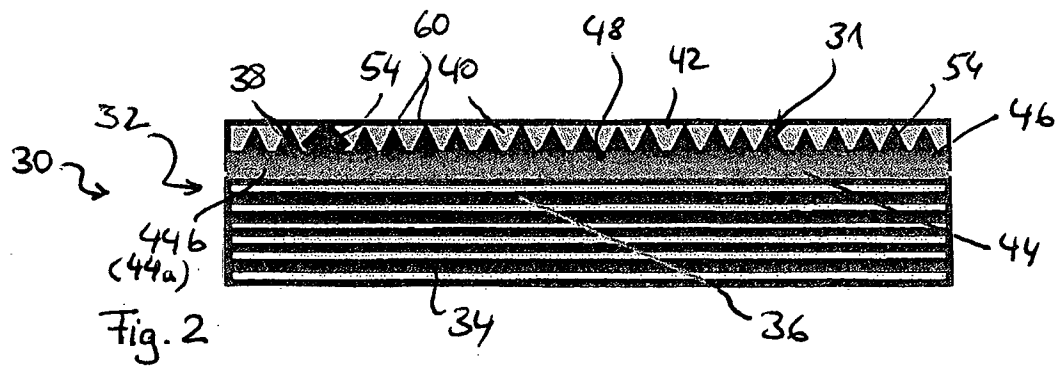
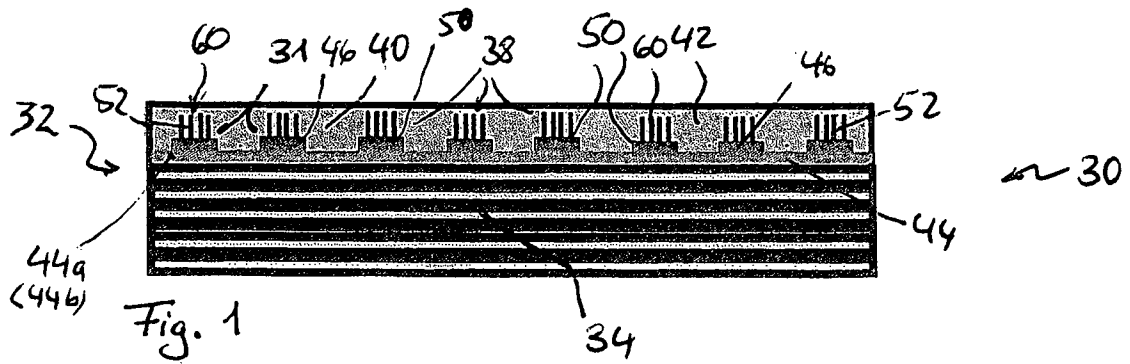
- Fasern,
- Kohlenstofffasern (52),
- Röhren,
- Nanoröhren,
- Splitter (54),
- SIC-Splitter,
- Graphitsplitter und
- Metallstifte (56),

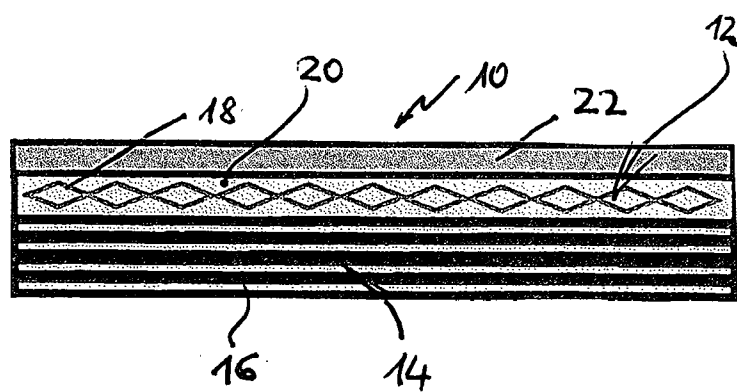
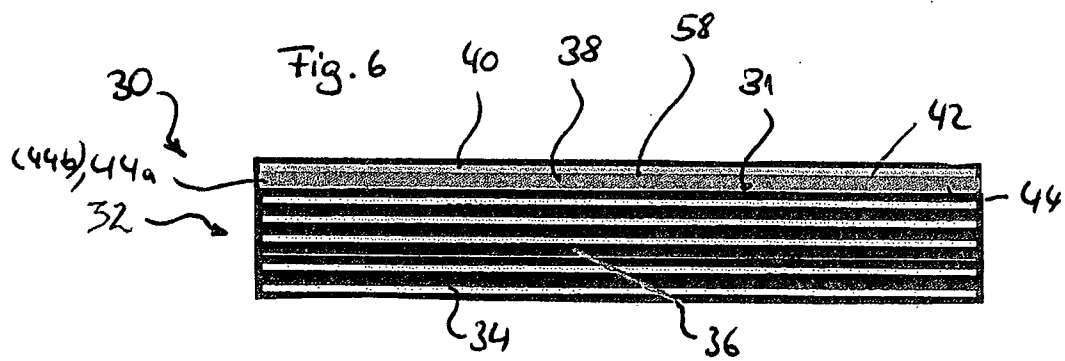
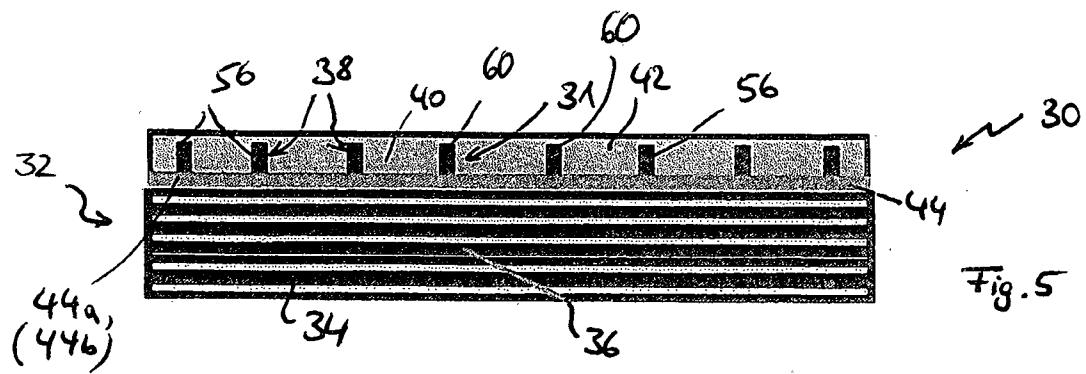
umfasst.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt b) umfasst: Aufspritzen von Metallstiften (56) auf die Tragstruktur (34).

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallstifte (56) aus Metallpulver, insbesondere Aluminiumpulver, erzeugt werden.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt a) die Herstellung eines flächigen Bauteilssubstrats aus einem CFK-Verbundmaterial, insbesondere aus einem mit Kohlenstofffasern verstärkten Epoxidharz, umfasst.
9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Tragstruktur (14) vor Schritt b) auf der mit der Blitzschutzmaterialanordnung zu versehenen Oberfläche mit einem Vlies (44) aus leitenden und/oder nichtleitenden Fasern als Zwischenlage zwischen dem Faserverbundmaterial und der Blitzschutzmaterialanordnung versehen wird.
10. Fahrzeugbauteilherstellverfahren zum Herstellen eines Bauteils eines Fahrzeugs, insbesondere eines Luftfahrzeugs, gekennzeichnet durch Durchführen eines Verfahrens nach einem der voranstehenden Ansprüche zum Bilden einer Oberflächenstruktur (30) des Bauteils.
11. Oberflächenstruktur (30), insbesondere für ein Luftfahrzeug, herstellbar mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9.
12. Fahrzeugbauteil, insbesondere Luftfahrzeugbauteil, enthaltend eine Oberflächenstruktur (30) nach Anspruch 11.





Stand der Technik

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2012/000548

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B32B15/14 B64D45/02 B29C70/88
ADD.

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 B64D B29C

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 629 549 A2 (INCO LTD [CA]) 21 December 1994 (1994-12-21) the whole document -----	1-12
A	EP 1 484 245 A1 (AIRBUS ESPANA SL [ES]) 8 December 2004 (2004-12-08) paragraphs [0037] - [0039]; claims 1-5; figures 1-3 -----	1-12
A	WO 2010/135318 A2 (ADC ACQUISITION COMPANY [US]; LANGONE ROBERT J [US]; BECKER ROBERT D []) 25 November 2010 (2010-11-25) paragraphs [0029] - [0043]; claims 1-34; figures 1-7 -----	1-12
A	US 4 824 713 A (BRICK ROWAN O [US]) 25 April 1989 (1989-04-25) the whole document ----- -/-	1-12

☒ 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

13 August 2012

Date of mailing of the international search report

03/09/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chindia, Evangelia

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2012/000548

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 248 122 A2 (BOEING CO [US]) 9 December 1987 (1987-12-09) column 10, line 43 - column 14, line 4; claims 1-16; figures 1-7 -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2012/000548

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0629549	A2	21-12-1994	CA 2125378 A1 10-12-1994
		EP 0629549 A2	21-12-1994
		JP 2574133 B2	22-01-1997
		JP 7096579 A	11-04-1995
EP 1484245	A1	08-12-2004	AT 318755 T 15-03-2006
		DE 60303783 T2	16-11-2006
		EP 1484245 A1	08-12-2004
		ES 2264299 A1	16-12-2006
		US 2004246651 A1	09-12-2004
WO 2010135318	A2	25-11-2010	CA 2762520 A1 25-11-2010
		EP 2432634 A2	28-03-2012
		US 2012063050 A1	15-03-2012
		WO 2010135318 A2	25-11-2010
US 4824713	A	25-04-1989	NONE
EP 0248122	A2	09-12-1987	DE 3686053 D1 20-08-1992
		DE 3686053 T2	14-01-1993
		EP 0248122 A2	09-12-1987
		US 4755904 A	05-07-1988

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2012/000548

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B32B15/14 B64D45/02 B29C70/88
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B32B B64D B29C

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 629 549 A2 (INCO LTD [CA]) 21. Dezember 1994 (1994-12-21) das ganze Dokument	1-12
A	EP 1 484 245 A1 (AIRBUS ESPANA SL [ES]) 8. Dezember 2004 (2004-12-08) Absätze [0037] - [0039]; Ansprüche 1-5; Abbildungen 1-3	1-12
A	WO 2010/135318 A2 (ADC ACQUISITION COMPANY [US]; LANGONE ROBERT J [US]; BECKER ROBERT D []) 25. November 2010 (2010-11-25) Absätze [0029] - [0043]; Ansprüche 1-34; Abbildungen 1-7	1-12
A	US 4 824 713 A (BRICK ROWAN O [US]) 25. April 1989 (1989-04-25) das ganze Dokument	1-12
	-/-	

☒ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13. August 2012	03/09/2012
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 Chindia, Evangelia

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 248 122 A2 (BOEING CO [US]) 9. Dezember 1987 (1987-12-09) Spalte 10, Zeile 43 - Spalte 14, Zeile 4; Ansprüche 1-16; Abbildungen 1-7 -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2012/000548

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0629549	A2	21-12-1994	CA 2125378 A1 10-12-1994
		EP 0629549 A2	21-12-1994
		JP 2574133 B2	22-01-1997
		JP 7096579 A	11-04-1995
EP 1484245	A1	08-12-2004	AT 318755 T 15-03-2006
		DE 60303783 T2	16-11-2006
		EP 1484245 A1	08-12-2004
		ES 2264299 A1	16-12-2006
		US 2004246651 A1	09-12-2004
WO 2010135318	A2	25-11-2010	CA 2762520 A1 25-11-2010
		EP 2432634 A2	28-03-2012
		US 2012063050 A1	15-03-2012
		WO 2010135318 A2	25-11-2010
US 4824713	A	25-04-1989	KEINE
EP 0248122	A2	09-12-1987	DE 3686053 D1 20-08-1992
		DE 3686053 T2	14-01-1993
		EP 0248122 A2	09-12-1987
		US 4755904 A	05-07-1988