



(10) **DE 10 2012 202 053 A1** 2013.08.14

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 202 053.5**
(22) Anmeldetag: **10.02.2012**
(43) Offenlegungstag: **14.08.2013**

(51) Int Cl.: **F16B 37/04 (2012.01)**
F16B 23/00 (2012.01)
F16B 33/02 (2012.01)
B23P 11/00 (2012.01)
B64C 1/26 (2012.01)

(71) Anmelder:
Airbus Operations GmbH, 21129, Hamburg, DE

(74) Vertreter:
Marschall, Stefan, Dipl.-Ing., 80336, München, DE

(72) Erfinder:
Schomaker, Ralf, 21129, Hamburg, DE;
Knickrehm, Björn, 21129, Hamburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

| | | |
|-----------|----------------------|-----------|
| DE | 698 01 752 | T2 |
| FR | 2 924 686 | A1 |
| US | 4 502 092 | A |
| US | 4 324 373 | A |
| US | 5 175 665 | A |
| WO | 2010/ 113 523 | A1 |

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

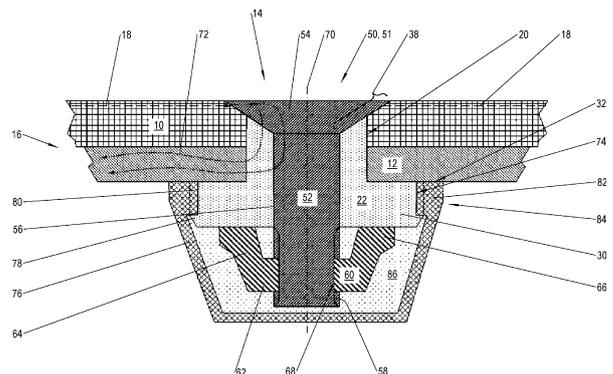
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verbindungsanordnung sowie Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Verbindungsanordnung 14 zum Zusammenfügen von mindestens zwei Bauteilen 10,12 zu einer Strukturbaugruppe 16, insbesondere im Bereich einer Tragfläche eines Flugzeugs, wobei mindestens ein Bauteil 10 mit einem Faserverbundkunststoff und mindestens ein weiteres Bauteil 12 mit einem Metall gebildet ist oder mindestens zwei Bauteile 10 mit einem Faserverbundkunststoff gebildet sind.

Erfindungsgemäß ist in einer Durchgangsbohrung 20 durch die Bauteile 10,12 eine Buchse 22 befestigt und ein erstes Ende 26 der Buchse 22 ist mit einem Kragen 30 versehen, der einer Unterseite 32 der Strukturbaugruppe 16 zugewandt ist und ein zweites Ende 28 der Buchse 22 und eine dieses Ende 28 radial umgebende Zone 34 einer Oberseite 36 der Strukturbaugruppe 16 weist eine Senkung 38 auf und in der Buchse 22 ist ein Verbindungselement 50 installiert. Hierdurch ergibt sich unter anderem eine glatte, aerodynamisch günstige Gestaltung der Oberseite 36, die problemlos mit einer Beschichtung versehen werden kann und die eine zuverlässige elektrische Kontaktierung zwischen dem Verbindungselement 50 und einem leitfähigen Flächengebilde 18 des ersten Bauteils 10 gewährleistet.

Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren, insbesondere zur Herstellung einer derartigen Verbindungsanordnung 14.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verbindungsanordnung zum Zusammenfügen von mindestens zwei Bauteilen zu einer Strukturbaugruppe, insbesondere im Bereich einer Tragfläche eines Flugzeugs, wobei mindestens ein Bauteil mit einem Faserverbundkunststoff und mindestens ein weiteres Bauteil mit einem Metall gebildet ist oder mindestens zwei Bauteile mit einem Faserverbundkunststoff gebildet sind.

[0002] Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Zusammenfügen von mindestens zwei Bauteilen, insbesondere mittels einer Verbindungsanordnung, zu einer Strukturbaugruppe, insbesondere im Bereich einer Tragfläche eines Flugzeugs, wobei mindestens ein Bauteil mit einem Faserverbundkunststoff und mindestens ein weiteres Bauteil mit einem Metall gebildet ist oder mindestens zwei Bauteile mit einem Faserverbundkunststoff gebildet sind.

[0003] Im modernen Flugzeugbau kommt neben der klassischen homogenen Aluminiumbauweise der Primärstruktur zunehmend die Hybridbauweise unter Verwendung von metallischen Werkstoffen und Faserverbundkunststoffen zum Einsatz. Die Kombination der unterschiedlichen Materialien erfordert den Einsatz einer Vielzahl von Füge- und Verbindungselementen. Als Faserverbundkunststoffe kommen bevorzugt kohlenstofffaserverstärkte duroplastische oder thermoplastische Kunststoffe (CFK) zum Einsatz, während metallische Bauteile mit vorzugsweise leichten Metalllegierungen, wie zum Beispiel mit Titan- oder mit Aluminiumlegierungen gefertigt werden. Ergänzend werden auch Komponenten aus Edelstahllegierungen eingesetzt.

[0004] Aus der DE 20 2007 019 163 U1 ist eine Hochleistungs-Presssitz-Befestigungsvorrichtung für Verbundstoff-Anwendungen bekannt. Bei diesem Verbindungselement bzw. Hülsenniet wird eine Hülse mit einer konischen Aufweitung im Kopfbereich in eine Durchgangsbohrung in die zu fügenden Bauteile eingeführt. Die Hülse wird anschließend durch das Einziehen des Schließringbolzens (s.g. "Sleeve Fasteners") radial expandiert, um einen festen Presssitz innerhalb der Durchgangsbohrung und eine dauerhafte Verbindung der Bauteile zu erzielen. Durch die Hülse wird die Gefahr einer Delamination im Lochleibungsbereich der beteiligten Faserverbundbauteile verringert.

[0005] Derartige Hülsenniete erfordern einen komplexen Einbauprozess. Der bei CFK-Bauteilen aufgrund der geringen elektrischen Eigenleitfähigkeit unverzichtbare Blitzschutz (s.g. "Lightning Strike Protection" = LSP) in der Form von leitfähigen, netzartigen Flächengebilden (s.g. "Kupfer-Mesh"), die zugleich als Masserückführungen dienen können, ist mittels der bekannten Hülsenniete nur mit hohem

Aufwand kontaktsicher an metallische Bauteile anzubinden. Zudem gestaltet sich der prüftechnische Nachweis einer ordnungsgemäßen elektrischen Kontaktierung aufwändig. Die Hülsenniete verursachen darüber hinaus hohe Beschaffungs- und Montagekosten. Ferner lassen sich aerodynamische Anforderungen mit den konventionellen Hülsennieten nur schwer einhalten und die Gewährleistung der Dichtigkeit der Tragflächentanks gestaltet sich aufwändig. Ferner wird der visuelle Eindruck von mit Hülsennieten durchsetzten Tragflächenbauteilen nach dem Lackieren durch die Hülse beeinträchtigt.

[0006] Aus der US 2011/0182692 A1 sind ferner ein Befestigungselement mit einer Hülse und einer Gewindemutter sowie ein Verfahren zu dessen Anwendung bekannt. Die Hülse verfügt über einen im Wesentlichen hohlzylindrischen zweiteiligen Schaft, der in einer Durchgangsbohrung eines Werkstücks mittels Presssitz durch radiale Expansion befestigbar ist. Der Schaft setzt sich in einen käfigartigen Kragen fort, der nach der radialen Expansion der Hülse an einer Werkstückoberfläche anliegt. In dem Kragen ist die Gewindemutter zum Toleranzausgleich lose, jedoch verliersicher aufgenommen. In die Gewindemutter wird zur Anbindung eines weiteren Bauteils zum Beispiel ein Gewindebolzen eingeschraubt.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Verbindungsanordnung zum Zusammenfügen von mindestens zwei Bauteilen zu einer Strukturbaugruppe im Bereich einer Flugzeugtragfläche zu schaffen, die zu keinen wesentlichen Unebenheiten im Bereich einer Oberseite der Strukturbaugruppe führt, die problemlos lackierbar ist, die eine einwandfreie Kontaktierung eines elektrisch leitfähigen, optionalen Flächengebildes erlaubt und die kostengünstig hinsichtlich der Beschaffung und Montage ist.

[0008] Diese Aufgabe wird durch eine Verbindungsanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Dadurch, dass in einer Durchgangsbohrung durch die Bauteile eine Buchse befestigt ist und ein erstes Ende der Buchse mit einem Kragen versehen ist, der einer Unterseite der Strukturbaugruppe zugewandt ist und ein zweites Ende der Buchse und eine dieses Ende radial umgebende Zone einer Oberseite der Strukturbaugruppe eine Senkung aufweist und in der Buchse ein Verbindungselement installiert ist, ergibt sich unter anderem eine strömungstechnisch vorteilhafte, im Wesentlichen vollständig ebene Gestaltung der Oberseite der aus mindestens zwei Bauteilen zusammengefügte Strukturbaugruppe, da das angesenkte zweite Ende der Buchse unterhalb der Oberseite der Strukturbaugruppe endet.

[0010] Die Buchse kann zum Beispiel mittels eines Presssitzes in der Durchgangsbohrung unlös-

bar befestigt sein. Der erforderliche Presssitz kann beispielsweise durch radiales, plastisches Expandieren der Buchse mittels eines geeigneten Werkzeugs erreicht werden. Ferner kann der notwendige Presssitz auch durch thermisches Expandieren nach starker Abkühlung der Buchse (s.g. "Kälteschrumpfen") erzielt werden. Ferner ist es möglich, die Buchse durch eine stoffschlüssige Verbindung, zum Beispiel durch Einkleben, dauerhaft in der Durchgangsbohrung zu befestigen. Darüber hinaus lässt sich die Oberseite der Strukturbaugruppe aufgrund der weitgehend ohne Antifrikationsmittel durchzuführenden Montage der Verbindungsanordnung problemlos lackieren. Daneben können durch das Senken des Buchsenendes und der dieses Ende umschließenden, kreisringförmigen Zone der Oberseite der Strukturbaugruppe Bauteile unterschiedlicher Materialstärke unter Verwendung nur einer universellen (Standard-)Buchse miteinander verbunden werden. Als Verbindungselemente können z.B. herkömmliche Schließringbolzen, Passniete, Vollniete, Zugdornniete, Bolzenverbindungen oder dergleichen zum Einsatz kommen. Gegebenenfalls kann ein Innendurchmesser der Buchse nach dem radialen Aufweiten der Buchse zum Beispiel durch Reiben vergrößert werden. Die Buchse kann eine von der hohlzylindrischen Form abweichende geometrische Gestalt aufweisen und beispielsweise leicht konisch ausgebildet sein. Ferner kann eine Querschnittsgeometrie der Buchse von der Form eines Kreisrings abweichen und beispielsweise leicht elliptisch oder oval ausgestaltet sein. Entsprechend kann auch die Raumform der Durchgangsbohrung von der eines Zylinders abweichen und beispielsweise die Geometrie eines Kegelstumpfes oder die eines Zylinders mit einer elliptischen Querschnittsgeometrie aufweisen.

[0011] Nach Maßgabe einer vorteilhaften Weiterbildung der Verbindungsanordnung ist vorgesehen, dass das mindestens eine mit dem Faserverbundkunststoff gebildete Bauteil zumindest bereichsweise mit einem elektrisch leitfähigen Flächengebilde versehen ist. Hierdurch kann ein mit einem Faserverbundkunststoff gefertigtes Bauteil mit einem Blitzschutz ausgerüstet und/oder eine Masserrückführung unter Einbeziehung der Bauteile aus Faserverbundkunststoff realisiert werden. Das Flächengebilde ist bevorzugt mit einem Kupfernetz (s.g. "Kupfer-Mesh") gebildet, das in der Regel oberflächennah in das Bauteil aus dem Faserverbundkunststoff eingebettet wird.

[0012] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung besteht zwischen den mindestens zwei Bauteilen eine elektrische Verbindung. Hierdurch können die mittels der Verbindungsanordnung zusammengefügte Bauteile gleichzeitig elektrisch an ein Blitzschutzsystem oder eine Masserrückführung eines Flugzeugs angebunden werden.

[0013] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass ein Kopf des Verbindungselementes zumindest bereichsweise formschlüssig in der Senkung liegt und im Wesentlichen bündig mit der Oberseite der Strukturbaugruppe abschließt. Hieraus folgt eine optimale Kraftüberleitung zwischen den gefügten Bauteilen durch das Verbindungselement in axialer Richtung. Der Kopf des Verbindungselementes weist bevorzugt eine konische Gestalt auf, die mit einer gleichfalls konischen Formgebung der Senkung im Idealfall vollständig korrespondiert. Hierbei weisen sowohl die kegelstumpfförmige Senkung als auch der konische Kopf des Verbindungselementes ungefähr den gleichen Neigungswinkel auf. Hiervon abweichende geometrische Gestaltungen von Verbindungselementköpfen bzw. Senkungen sind gleichfalls möglich.

[0014] Nach Maßgabe einer vorteilhaften Fortentwicklung sind die Buchse und das Verbindungselement mit einem korrosionsbeständigen Metall, insbesondere mit einer Titanlegierung oder einer Edelstahllegierung, gebildet. Hierdurch wird insbesondere eine Kontaktkorrosion mit angrenzenden Bauteilen aus kohlenstofffaserhaltigen Faserverbundkunststoffen vermieden.

[0015] Nach Maßgabe einer weiteren Ausgestaltung ist der Faserverbundkunststoff insbesondere mit einem kohlenstofffaserverstärkten duroplastischen oder thermoplastischen Kunststoffmaterial gebildet und das Metall ist eine leichtgewichtige Metalllegierung, insbesondere eine Aluminium- oder Titanlegierung. Hierdurch ergibt sich unter anderem eine hohe mechanische Lasttragfähigkeit bei einem zugleich geringen Gewicht einer aus mindestens zwei Bauteilen zusammengefügte Strukturbaugruppe.

[0016] Bei einer Weiterentwicklung der Verbindungsanordnung ist auf den Kragen der Buchse oder auf einen zwischen dem Kragen und der Unterseite des Bauteils angeordneten Zwischenleger, insbesondere eine topfförmige Unterlegscheibe, ein Funktionselement, insbesondere eine Dichtkappe, aufbringbar, insbesondere aufrastbar. Hierdurch ist ein fluiddichter Abschluss der Strukturbaugruppe möglich. Darüber hinaus schützt die Dichtkappe die Verbindungsanordnung vor schädlichen Umgebungseinflüssen. Durch die Aufrastbarkeit der Dichtkappe ist im Vergleich zum Aufkleben ein sehr zuverlässiger, lebensdauerlanger, fester Sitz – was insbesondere beim Einsatz der Verbindungsanordnung in schwer zugänglichen Tragflächentanks von Flugzeugen von Bedeutung ist – gewährleistet. Durch den Zwischenleger bzw. die topfförmige Unterlegscheibe brauchen an der Buchse keine Halteelemente, wie zum Beispiel Rastvorsprünge, zur Befestigung der Dichtkappe ausgebildet zu werden.

[0017] Bei einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass unterhalb der Dichtkappe zumindest bereichsweise ein Dichtmittel, insbesondere eine elastische Dichtmasse, zur fluiddichten Versiegelung eingebracht ist. Hierdurch kann die Abdichtungswirkung der Dichtkappe weiter erhöht werden.

[0018] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausbildung ist das Verbindungselement insbesondere ein Schließringverbinder mit einem Schließringbolzen und einem Schließring, wobei der Schließring auf einen Halteabschnitt des Schließringbolzens aufgebracht ist und der Schließring dem Kragen der Buchse zugewandt ist. Dies ermöglicht einen Rückgriff auf bewährte, kostengünstige, in großer Variationsbreite verfügbare und für die Luftfahrt bereits zertifizierte und zugelassene Verbindungselemente. Darüber hinaus ist durch den Schließringverbinder eine mechanisch hochbelastbare Fügung der Bauteile gegeben.

[0019] Darüber hinaus wird die erfindungsgemäße Aufgabe durch ein Verfahren nach Maßgabe des Patentanspruchs 10 mit den folgenden Schritten gelöst:

- a) Einbringen einer Durchgangsbohrung in die mindestens zwei Bauteile,
- b) Befestigen einer Buchse in der Durchgangsbohrung, wobei ein Kragen an einem ersten Ende der Buchse einer Unterseite der Strukturbaugruppe zugewandt ist,
- c) Herstellen einer Senkung an einem zweiten Ende der Buchse und in einer dieses Ende umgebenden Zone einer Oberseite der Strukturbaugruppe, und
- d) Installieren eines Verbindungselementes in der Buchse, wobei ein Kopf des Verbindungselementes zumindest bereichsweise formschlüssig in der Senkung liegt und im Wesentlichen bündig mit der Oberseite der Strukturbaugruppe abschließt.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht das Zusammenfügen von mindestens zwei Bauteilen, insbesondere mittels der erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung, zu einer Strukturbaugruppe, deren Oberseite ungeachtet der Fügung weitgehend frei von Unstetigkeitsstellen, d.h. von Unebenheiten ist. Hieraus resultieren unter anderem vorteilhafte aerodynamische Eigenschaften sowie eine gute Haftung von etwaig auf die Oberseite aufzubringenden Beschichtungen, wie zum Beispiel Lackierungen, Folien etc. Darüber hinaus lässt sich die Verbindung optional fluiddicht versiegeln und erlaubt eine elektrisch leitende Anbindung der gefügten Bauteile an ein Blitzschutzsystem und/oder eine Masserrückführung eines Flugzeugs. Demzufolge kann die verfahrensgemäß hergestellte Verbindungsanordnung beispielsweise in Tragflächentanks von Flugzeugen Anwendung finden. Im Verfahrensschritt a) wird zunächst eine Durchgangsbohrung in die mindestens zwei zu fügenden Bauteile eingebracht. Alternativ können in

die Bauteile auch separat gleiche Bohrungen eingebracht werden, die dann zueinander fluchtend ausgerichtet werden. Im Verfahrensschritt b) erfolgt die Befestigung der Buchse. Die Buchse kann zum Beispiel mittels Presssitz in der Durchgangsbohrung dauerhaft befestigt sein. Der zur unlösbaren Befestigung zu schaffende Presssitz kann beispielsweise durch radiales, plastisches Expandieren der Buchse mittels eines geeigneten Werkzeugs erreicht werden. Die Buchse lässt sich mit einer Übergangspassung in die Durchgangsbohrung einziehen. Durch die radiale Aufweitung der Buchse stellt sich unter anderem eine Erhöhung der Lasttragfähigkeit infolge einer Kaltverfestigung im Leibungsbereich der Durchgangsbohrung eines metallischen Bauteils ein. Darüber hinaus wird durch die expandierte Buchse die Gefahr einer Delamination in der Durchgangsbohrung eines mit Faserverbundkunststoff gebildeten Bauteils, insbesondere beim axialen Spannen des Verbindungselements, verhindert. Ferner kann die Presssitzbefestigung der Buchse durch thermisches Expandieren nach einer vorherigen starken Abkühlung der Buchse (s.g. "Kälteschrumpfen") erreicht werden. Darüber hinaus ist es möglich, die Buchse durch eine stoffschlüssige Verbindung, zum Beispiel durch Einkleben, unlösbar in der Durchgangsbohrung zu befestigen. Im Verfahrensschritt c) erfolgt das Einbringen einer Senkung in das vom Kragen weggerichtete Ende der Buchse und in die, dieses Ende umgebende, kreisringförmige Zone im Bereich der Oberseite der Strukturbaugruppe. Die Senkung ist bevorzugt konisch ausgebildet, kann alternativ aber auch eine hiervon abweichende Raumgeometrie aufweisen. Hierdurch kann unter anderem eine axiale Länge der Buchse auf einfache Art und Weise an unterschiedliche Materialstärken der zu fügenden Bauteile angepasst werden. Da die Buchse in Bezug zur Materialstärke der zu fügenden Bauteile in weiten Grenzen ein axiales Über- oder Untermaß haben kann, können mit einer universellen Buchse mit einer standardisierten Schaftlänge eine Vielzahl von Bauteilen mit unterschiedlichen Dicken gefügt werden. Durch die Senkung werden darüber hinaus Unebenheiten infolge der in die Durchgangsbohrung eingepressten Buchse aufgehoben. Erforderlichenfalls kann die Buchse einer Nachbearbeitung, zum Beispiel durch Aufreiben, unterzogen werden. Im Verfahrensschritt d) wird abschließend ein geeignetes Verbindungselement in der solchermaßen vorbereiteten Buchse installiert, d.h. in diese eingezogen, eingedrückt und zum Beispiel durch einen Schließring gesichert. Hierdurch ist der Verbindungsprozess zwischen den mindestens zwei Bauteilen abgeschlossen. Durch den im Wesentlichen vollständig in der Senkung anliegenden Kopf des Verbindungselementes ergibt sich unter anderem eine optimale Kraftübertragung in axialer Richtung. Darüber hinaus folgt aus dem vorzugsweise bündigen Abschluss des Kopfes des Verbindungselementes eine im Wesentlichen glatte Oberseite der Strukturbaugruppe.

[0021] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in weiteren Ansprüchen dargelegt.

[0022] In der Zeichnung zeigt:

[0023] [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) Eine Querschnittsdarstellung der Verbindungsanordnung,

[0024] [Fig. 3–Fig. 8](#) eine schematische Darstellung des Verfahrensablaufs bei der Montage der Verbindungsanordnung, und

[0025] [Fig. 9](#) eine Querschnittsdarstellung der Verbindungsanordnung mit einer alternativ befestigten Dichtkappe.

[0026] In der Zeichnung weisen dieselben konstruktiven Elemente jeweils dieselbe Bezugsziffer auf.

[0027] Die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen eine erfindungsgemäße Verbindungsanordnung **14**, wobei in der [Fig. 1](#) der besseren zeichnerischen Übersicht halber das Verbindungselement nicht eingezeichnet ist.

[0028] Zwei Bauteile **10**, **12** sind mittels der Verbindungsanordnung **14** zu einer Strukturbaugruppe **16** zusammengefügt. Zwischen den Bauteilen **10**, **12** kann zumindest bereichsweise ein nicht dargestelltes Dichtmittel eingebracht sein. Als Dichtmittel kommen beispielsweise dauerelastische, aushärtende Dichtmassen und/oder Flächendichtungen in Betracht. Das erste Bauteil **10** ist mit einem Faserverbundkunststoff (FVK) gebildet, während das zweite Bauteil **12** mit einem metallischen Werkstoff hergestellt ist. Als monolithischer Faserverbundkunststoff kommen vorzugsweise kohlenstofffaserverstärkte duroplastische, insbesondere kohlenstofffaserverstärkte Epoxidharze (CFK), oder faserverstärkte thermoplastische Kunststoffe in Betracht. Das metallische Bauteil **12** ist bevorzugt mit einer leichtgewichtigen Metalllegierung, wie zum Beispiel einer Aluminiumlegierung oder einer Titanlegierung, gebildet. Abweichend hiervon können auch beide Bauteile **10**, **12** mit einem Faserverbundkunststoff gebildet sein. Darüber hinaus ist es mittels der Verbindungsanordnung **14** möglich, mehr als zwei Bauteile **10**, **12** zusammen zu fügen. In dem ersten, mit Faserverbundkunststoff gebildeten Bauteil **10** ist bevorzugt oberseitig ein elektrisch leitfähiges Flächengebilde **18** eingebettet. Dieses zumindest bereichsweise vorgesehene Flächengebilde **18** dient als Blitzschutz und/oder als Masserückführung für das im Allgemeinen nur eine unzureichende elektrische Leitfähigkeit aufweisende Bauteil **10** aus dem Faserverbundkunststoff. Das Flächengebilde **18** kann beispielsweise mit einem Kupfernetz (s.g. "Kupfer-Mesh") oder dergleichen aufgebaut sein.

[0029] In beide Bauteile **10**, **12** ist eine zylindrische Durchgangsbohrung **20** eingebracht. In der Durchgangsbohrung **20** ist eine im Wesentlichen hohlzylindrische

Buchse **22** zum Beispiel mittels Presssitz befestigt. Die Buchse **22** ist mit einem metallischen Material, wie zum Beispiel einer Titanlegierung oder einer Edelstahllegierung, gebildet, das über eine hohe Korrosionsbeständigkeit im Interface mit dem Bauteil **10** verfügt.

[0030] Die Buchse **22** umfasst einen hohlzylindrischen Schaft **24** mit einem ersten und einem zweiten Ende **26**, **28**. Im Bereich des ersten Endes **26** befindet sich ein radial nach außen gerichteter, ebenfalls hohlzylindrischer Kragen **30**, der fest an einer Unterseite **32** der Strukturbaugruppe **16** anliegt. Zwischen dem Kragen **30** und der Unterseite **32** der Strukturbaugruppe **16** kann erforderlichenfalls ein Dichtmittel vorgesehen sein. In das zweite Ende **28** der Buchse **22** sowie in eine dieses Ende **28** umgebende, gedachte kreisringförmige Zone **34** einer Oberseite **36** der Strukturbaugruppe **16** bzw. des ersten Bauteils **10** ist eine Senkung **38** eingebracht. Die Senkung **38** umfasst einen Buchsenabschnitt **40** und einen daran bündig und bevorzugt mit gleicher Neigung anschließenden Bauteilabschnitt **42**. Die Senkung **38** ist in Bezug zur Oberseite **36** im gezeigten Ausführungsbeispiel der [Fig. 1](#) mit einem Senkwinkel α von etwa 25° ausgeführt. Der Senkwinkel α kann abweichend hiervon in einem Intervall von 15° bis zu 75° liegen. Infolge der Senkung **38** ist eine mit punktierten Linien angedeutete, ursprüngliche Schaftlänge **44** der Buchse **22** soweit reduziert, dass das zweite Ende **28** der Buchse **22** unterhalb des Niveaus der Oberseite **36** der Strukturbaugruppe **16** abschließt.

[0031] Hieraus ergibt sich unter anderem der Vorteil, dass eine universelle (Standard-)Buchse **22** zur Verbindung von Bauteilen **10**, **12** mit einer variierenden Materialstärke **46** eingesetzt werden kann. Die Materialstärke **46** bezieht sich im Kontext dieser Beschreibung jeweils auf die gemeinsame (zusammengerechnete) Materialstärke der Bauteile **10**, **12**, wobei gegebenenfalls ein Dichtmittel zwischen den Bauteilen **10**, **12** mit einbezogen werden muss. Darüber hinaus ergibt sich durch die Senkung **38** die im Wesentlichen plane Oberseite **36** der Strukturbaugruppe **16**, da das zweite Ende **28** der Buchse **22** nicht über die Oberseite **36** der Strukturbaugruppe **16** hinaus ragt. Dies führt unter anderem zu einer aerodynamisch vorteilhaften und problemlos zu lackierenden Oberseite **36**. Darüber hinaus wird eine elektrische Anbindung des Flächengebildes **18** an ein hier (noch) nicht dargestelltes Verbindungselement verbessert.

[0032] Abweichend von der Darstellung in [Fig. 1](#) kann die ursprüngliche Schaftlänge **44** der Buchse **22** auch geringfügig kleiner als die gesamte Materialstärke **46** der Bauteile **10**, **12** gewählt werden (Untermaß der Schaftlänge). Die ursprüngliche Schaftlänge **44** darf jedoch nicht so klein bemessen sein, dass sich die Senkung **38** bis in das zweite, metallische Bauteil **12** hinein erstreckt. Die Senkung **38** hat eine tra-

pezförmige Querschnittsgeometrie, kann in Abhängigkeit von einer Kopfform eines einzusetzenden Verbindungselementes aber auch eine von dieser abweichende Querschnittsgeometrie aufweisen. Die Querschnittsgeometrie der Senkung **38** ist bevorzugt so gestaltet, dass ein in die Senkung **38** einzubringender Kopf des hier nicht dargestellten Verbindungselementes nach der Montage im Wesentlichen bündig mit der Oberseite **36** der Strukturbaugruppe **16** abschließt.

[0033] Der Presssitz der Buchse **22** in der Durchgangsbohrung **20** wird zum Beispiel durch radiales, plastisches Expandieren der Buchse **22** mittels eines nicht dargestellten Werkzeugs in bekannter Weise erreicht. Hierbei wird der Schaft **24** der Buchse **22** in radialer Richtung aufgeweitet. In die Buchse **22** ist ferner eine durchgehende zylindrische Bohrung **48** eingebracht, die zur Aufnahme eines Verbindungselementes dient (vgl. insb. [Fig. 2](#)).

[0034] Erforderlichenfalls kann ein nicht bezeichneter Innendurchmesser der Bohrung **48** nach dem Expansionsvorgang der Buchse **22** beispielsweise durch Reiben oder Bohren auf ein gegebenes Sollmaß gebracht werden.

[0035] Die [Fig. 2](#) zeigt die Verbindungsanordnung **14** nach Maßgabe der [Fig. 1](#) mit einem vollständig installierten Verbindungselement **50**.

[0036] Die Verbindungsanordnung **14** umfasst unter anderem die Bauteile **10**, **12** mit der Durchgangsbohrung **20**. Zum dauerhaften Zusammenfügen der Bauteile **10**, **12** ist in der Buchse **22** hier exemplarisch ein Schließringverbinder **51** als Verbindungselement **50** aufgenommen. Als Verbindungselemente können hiervon abweichend beispielsweise Passniete, Vollniete, Zugdornniete, Bolzen-Mutterverbindungen oder dergleichen eingesetzt werden. Ein Schließringbolzen **52** des Schließringverbinders **51** umfasst einen konischen Kopf **54**, an den sich ein zylindrischer Schaft **56** und ein gleichfalls in etwa zylindrischer Halteabschnitt **58** anschließen.

[0037] Auf den Halteabschnitt **58** ist ein zum Schließringverbinder **51** zugehöriger Schließring **60** mittels eines nicht dargestellten Werkzeugs bevorzugt unlösbar aufgedrückt. Der Schließring **60** weist eine näherungsweise topfförmige Geometrie mit einem im Wesentlichen scheibenförmigen Boden **62** auf, der in eine konische Wandung **64** übergeht, an die sich ein radial nach außen weisender Flansch **66** anschließt. Ein nicht bezeichneter Außendurchmesser des Flansches **66** des Schließrings **60** ist bevorzugt kleiner als ein gleichfalls nicht bezeichneter Außendurchmesser des Kragens **30** der Buchse **22**.

[0038] In den ebenen Boden **62** ist eine Ausnehmung **68** zur Durchführung des Halteabschnittes **58**

des Schließringbolzens **52** eingebracht. Im Zuge des Installationsprozesses des Schließringverbinders **51** wird der Schließring **60** auf den Halteabschnitt **58** des Schließringbolzens **52** kraft- und/oder formschlüssig aufgedrückt, wobei zugleich die Bauteile **10**, **12** zusammengezogen werden. Hierbei stützt sich der Flansch **66** des Schließrings **60** auf der Buchse **22** ab und der Kopf **54** des Schließringbolzens **52** wird bevorzugt unter Schaffung eines im Idealfall vollständigen Formschlusses in die Senkung **38** hineingezogen. Durch die Senkung **38** ist das elektrisch leitfähige Flächengebilde **18** freigelegt, so dass zugleich eine optimale elektrische, d.h. eine niederohmige Anbindung des Schließringbolzens **52** an das leitfähige Flächengebilde **18** im ersten Bauteil **10** erreicht wird. Ein elektrischer Strom **72** kann somit unter geringen elektrischen Leitungsverlusten ausgehend vom elektrisch leitfähigen Flächengebilde **18**, über den Schließringverbinder **51**, die Buchse **22** bis in das metallische Bauteil **12** gelangen. Eine derartige niederohmige und kontaktsichere Anbindung des Flächengebildes **18** an den Schließringverbinder **51** ist beispielsweise für Blitzschutzanwendungen und Masserückführungen im Bereich von Tragflächen eines Flugzeugs von herausgehobener Bedeutung.

[0039] Um zusätzlich eine fluiddichte Versiegelung der Verbindungsanordnung **14** zu erreichen, kann zum Beispiel zwischen der Buchse **22** und dem Bauteil **12** ein nicht dargestelltes, optionales Dichtmittel, beispielsweise eine Dichtmasse und/oder eine Flächendichtung, vorgesehen sein. Eine fluiddichte Versiegelung der Verbindungsanordnung **14** ist beispielsweise bei Anwendungen im Bereich der Tragflächentanks eines Flugzeugs unabdingbar.

[0040] Auf einem Außenrand **74** der Buchse **22** kann eine optionale, topfförmige Dichtkappe **76** befestigt sein. Bevorzugt ist die Dichtkappe **76** durch Aufrasten am Außenrand **74** der Buchse **22** befestigt. Um das Aufrasten zu ermöglichen, ist an dem Außenrand **74** der Buchse **22** zumindest abschnittsweise ein umfangsseitig ausgebildeter Rastvorsprung **78** vorgesehen. Durch diesen nasenförmigen Rastvorsprung **78** wird eine Ausnehmung **80** innerhalb des Außenrandes **74** der Buchse **22** begrenzt. In die Ausnehmung **80** greift ein zumindest abschnittsweiser, umfangsseitig ausgebildeter Vorsprung **82** eines Außenrandes **84** der Dichtkappe **76** zumindest bereichsweise formschlüssig ein. Der nasenförmige Rastvorsprung **78** der Buchse **22** verfügt über eine nicht bezeichnete, gegenüber der Längsachse **70** geneigt ausgeführte Außenfläche, um ein Aufgleiten der Dichtkappe **76** beim Aufrasten zu erleichtern.

[0041] Beim Aufstecken der Dichtkappe **76** kommt es zu einer geringfügigen radialen Expansion des Außenrandes **84** der Dichtkappe **76**, bis der Vorsprung **82** in der Ausnehmung **80** bzw. vollständig hinter dem Rastvorsprung **78** anliegt. Der Außenrand **84**

der Dichtkappe **76** liegt hierbei im Idealfall vollflächig an der Unterseite **32** der Strukturbaugruppe **16** an, wodurch die gewünschte Abdichtungswirkung erzielt wird. Die Dichtkappe **76** ist bevorzugt mit einem thermoplastischen und/oder duroplastischen Kunststoffmaterial, das gegebenenfalls mit einer Faserarmierung versehen ist, hergestellt.

[0042] Durch das Aufrasten der Dichtkappe **76** ist ein zuverlässiger Sitz auf der Buchse **22** gegeben. Um die Abdichtungswirkung der Dichtkappe **76** weiter zu erhöhen, ist diese zumindest bereichsweise mit einer dauerelastischen oder aushärtenden Dichtmasse **86** aufgefüllt. Zusätzlich kann unterhalb des Außenrandes **84** der Dichtkappe **76** und der Unterseite **32** der Strukturbaugruppe **16** ein Dichtmittel, insbesondere eine Dichtmasse **86** und/oder eine Flächendichtung, vorgesehen sein. Anstelle der Dichtkappe **76** können andere Funktionselemente auf die Buchse **22** aufgerastet werden. Als Funktionselemente kommen beispielsweise Sensoren in Betracht. Beispielsweise können Füllstandssensoren für Flüssigkeiten, Temperatursensoren oder Sensoren für das so genannte "Health-Monitoring" auf die Buchse **22** aufgerastet werden.

[0043] Der zuverlässige, im Idealfall lebensdauerlange Sitz der Dichtkappe **76** auf der Buchse **22** ist bei Anwendungen der Verbindungsanordnung **14** in Tragflächentanks von Flugzeugen von zentraler Bedeutung, da diese von außen praktisch unzugänglich sind.

[0044] Anhand der [Fig. 3](#) bis [Fig. 8](#) soll die verfahrensgemäße Vorgehensweise beim Zusammenfügen der zwei Bauteile **10**, **12** zu einer erfindungsgemäßen Verbindungsanordnung **14** näher erläutert werden.

[0045] Zunächst wird, wie in [Fig. 3](#) angedeutet, die Durchgangsbohrung **20** in die Bauteile **10**, **12** der Strukturbaugruppe **16** eingebracht. Bevorzugt wird die Bohrung **20** zeitgleich in die zu diesem Zweck übereinander angeordneten Bauteile **10**, **12** eingebracht. Alternativ können die Bauteile **10**, **12** auch in getrennten Verfahrensschritten gebohrt werden. In dieser Konstellation müssen die Bohrungen in einem weiteren Verfahrensschritt zueinander fluchtend ausgerichtet werden, um das Einbringen der Buchse **22** zu ermöglichen. Ein Innendurchmesser **88** der Durchgangsbohrung **20** ist in Relation zu einem Außendurchmesser **90** des Schaftes **24** der Buchse **22** so bemessen, dass die Buchse **22** mit einer Übergangspassung in die Bohrung **20** einsteckbar ist. Abschließend wird die Buchse **22**, wie durch den weißen Pfeil angedeutet, in die Durchgangsbohrung **20** eingeführt.

[0046] Zwischen der Buchse **22** und dem Bauteil **12** kann optional ein Zwischenleger, wie zum Bei-

spiel eine Unterlegscheibe **91**, angeordnet sein, die in den nachfolgenden Figuren nicht mehr dargestellt ist. Bevorzugt weist die Unterlegscheibe **91** – wie in [Fig. 3](#) angedeutet – einen kleineren Außendurchmesser als ein Außendurchmesser des Kragens **30** der Buchse **22** auf, so dass nach dem Befestigen der Buchse **22** in der Durchgangsbohrung **20** zwischen dem Kragen **30** und der Unterseite **32** eine kleine Ringnut entsteht. Eine Tiefe der Ringnut quer zu der Längsachse **70** entspricht hierbei der Hälfte der Differenz der beiden Außendurchmesser, wohingegen deren Höhe parallel zur Längsachse **70** mit einer nicht bezeichneten Materialstärke der Unterlegscheibe **91** korrespondiert. In diese Ringnut kann, wie z.B. aus [Fig. 2](#) ersichtlich, ein entsprechend ausgestalteter Vorsprung **82** der Dichtkappe **76** zur Befestigung derselben eingerastet werden. Der zumindest abschnittsweise am Kragen **30** der Buchse **22** ausgebildete Rastvorsprung **78** ist in dieser Konstellation nicht mehr zwingend erforderlich. Im eingesetzten Zustand liegt der Kragen **30** der Buchse **22** bzw. die Unterlegscheibe **91** im Idealfall vollflächig an der Unterseite **32** der Strukturbaugruppe **16** an.

[0047] In einem weiteren Verfahrensschritt (vgl. [Fig. 4](#)) wird die Buchse **22**, wie durch die beiden weißen Pfeile angedeutet, zum Beispiel in radialer Richtung expandiert und hierdurch mittels Pressschluss in der Durchgangsbohrung **20** festgesetzt. Das radiale Expandieren der Buchse **22** erfolgt mittels eines geeigneten, nicht dargestellten Werkzeugs, wie zum Beispiel einem Dorn. Alternativ kann der notwendige Presssitz auch durch Kälteschrumpfen der Buchse **22** erzeugt werden. Ferner ist eine stoffschlüssige Befestigung der Buchse **22** in der Durchgangsbohrung **20**, zum Beispiel durch Kleben, möglich.

[0048] Eine (ursprüngliche) Schaftlänge **44** der Buchse **22** kann vor dem Einbringen der Senkung größer sein, als es die Materialstärke **46** der Bauteile **10**, **12** erfordern würde. Dies ermöglicht die Verwendung einer standardisierten Buchse **22** für eine Vielzahl von Bauteilen **10**, **12** mit unterschiedlichen Materialstärken **46**. Grundsätzlich kann die (ursprüngliche bzw. anfängliche) Schaftlänge **44** der Buchse **22** hierbei größer, gleich oder auch kleiner als die Materialstärke **46** der beiden Bauteile **10**, **12** sein, solange die einzubringende Senkung nicht bis in das metallische Bauteil **12** hineinreicht. Durch das radiale Expandieren der Buchse **22** ergibt sich zudem eine Kaltverfestigung der Durchgangsbohrung **20** im Bereich des metallischen Bauteils **12**.

[0049] In einem in [Fig. 5](#) schematisch dargestellten weiteren Verfahrensschritt erfolgt – wie durch die beiden weißen, schräggestellten Pfeile angedeutet – das Einbringen der Senkung **38** in das zweite Ende **28** der Buchse **22** und der dieses Ende **28** umschließenden, kreisringförmigen Zone **34** der Oberseite **36** der Strukturbaugruppe **16**. Das Einbringen der Senkung

38 kann beispielsweise spanend mittels eines geeigneten Bohr- oder Fräswerkzeugs erfolgen. Durch die Senkung **38** wird das elektrisch leitende Flächengebilde **18** freigelegt, wodurch in einem nachfolgenden Verfahrensschritt die elektrisch kontaktsichere Anbindung an ein Verbindungselement ermöglicht wird. Durch das Einbringen der Senkung **38** wird die (ursprüngliche) Schaftlänge **44** der Buchse **22** bis auf die endgültige Schaftlänge **92** reduziert, so dass das zweite Ende **28** der Buchse **22** innerhalb des Bauteils **10** und deutlich unterhalb der Oberseite **36** der Strukturbaugruppe **16** endet. Hierbei ist die endgültige Schaftlänge **92** der Buchse **22** kleiner als die gemeinsame Materialstärke **46** der Bauteile **10, 12**.

[0050] In einem in der [Fig. 6](#) schematisch dargestellten Zwischenschritt erfolgt die Vorbereitung der Installation des Verbindungselementes **50**, das hier exemplarisch ein Schließringverbinder **51** mit einem Schließringbolzen **52** und einem Schließring **60** ist. Zur Installationsvorbereitung werden der Schließringbolzen **52** und der Schließring **60** in der Buchse **22**, wie durch die entgegen gerichteten weißen Pfeile angedeutet, zunächst zusammengeführt bzw. aufeinander gesteckt. Zwischen dem Schließring **60** und der Buchse **22** kann eine weitere, optionale Unterlegscheibe **93** als ein möglicher Zwischenleger angeordnet sein. Ein nicht bezeichneter Außendurchmesser der Unterlegscheibe **93** ist bevorzugt größer als ein Außendurchmesser des Kragens **30** der Buchse **22**, so dass der Rastvorsprung **78** entfallen kann. In die zwischen der Unterlegscheibe **93** und der Bauteilunterseite **32** der Strukturbaugruppe **16** gebildete, nicht bezeichnete Ringnut, kann der Vorsprung **82** der in [Fig. 2](#) dargestellten Dichtkappe **76** zur Befestigung derselben an der Verbindungsanordnung **14** eingerastet werden. Die Unterlegscheibe **93** bzw. der Zwischenleger sind in den nachfolgenden Figuren nicht mehr dargestellt.

[0051] In dem in der [Fig. 7](#) gezeigten Verfahrensschritt wird die Installation des Schließringverbinders **51** bestehend aus Schließringbolzen **52** und dem Schließring **60** in der Buchse **22** und damit das Zusammenfügen der Bauteile **10, 12** der Strukturbaugruppe **16** mittels der Verbindungsanordnung **14** gezeigt.

[0052] Im Zuge des Installationsprozesses wird der konische Kopf **54** des Schließringbolzens **52** mittels eines geeigneten, nicht dargestellten Werkzeugs an einem Zugabschnitt **94** des Schließringbolzens **52** mit einer großen Kraft in Richtung des weißen Pfeils **96** in die gleichfalls konisch ausgebildete Senkung **38** hinein gezogen, wobei zugleich der Schließring **60** in entgegen gesetzter Richtung – wie durch die beiden kleineren, vertikalen weißen Pfeile **98** angedeutet – in axialer Richtung auf den Halteabschnitt **58** des Schließringbolzens **52** aufgeschoben und gleichzeitig mittels des nicht dargestellten Werkzeugs in

Richtung der beiden horizontalen Pfeile **100** radial auf diesen aufgepresst wird. Durch das radiale Aufpressen wird der Schließring **60** plastisch deformiert und in nicht dargestellte, kleine rillenartige Vertiefungen des Halteabschnittes **58** hineingepresst. Nach dem Abschluss des Anziehvorgangs reißt der Zugabschnitt **94** im Bereich einer nicht bezeichneten Kerbe als Sollbruchstelle definiert vom Schaft des Schließringbolzens **52** ab (nicht näher dargestellt). Die Befestigung des Schließrings **60** auf dem Halteabschnitt **58** erfolgt durch einen kombinierten Press- und Formschluss, wodurch sich eine mechanisch hochfeste, ermüdungsfreie und vibrationsfeste Fügung der Bauteile **10, 12** ergibt.

[0053] Durch das Zusammenziehen der Bauteile **10, 12** mittels des Schließringverbinders **51** liegt der Kopf **54** des Schließringbolzens **52** bündig in Bezug zur Oberseite **36** der Strukturbaugruppe **16** vollständig in der Senkung **38** an, wodurch sich eine in strömungstechnischer Hinsicht vorteilhafte, glatte Oberflächengestaltung ergibt, die zudem problemlos mit einer Beschichtung, wie zum Beispiel einer Lackierung, versehen werden kann. Infolge der Senkung **38** ist zudem ein optimaler, d.h. niederohmiger, elektrischer Kontakt des elektrisch leitfähigen Flächengebildes **18** im Bauteil **10** mit dem Schließringbolzen **52**, der Buchse **22**, dem Schließring **60** und dem metallischen Bauteil **12** gegeben, was für Blitzschutzanwendungen und eine optionale Masserückführung von herausgehobener Bedeutung ist. Der Schaft **56** des Schließringbolzens **52** ist am Ende des Installationsprozesses bevorzugt im Presssitz (ca. 40 µm bis 120 µm) in der zylindrischen Bohrung **48** der Buchse **22** aufgenommen.

[0054] In dem in der [Fig. 8](#) dargestellten Verfahrensschritt wird eine optionale Dichtkappe **76** auf die Buchse **22** mit dem darin installierten Schließringverbinder **51** aufgerastet. Hierdurch wird unter anderem eine fluiddichte Versiegelung der die Strukturbaugruppe **16** bildenden Bauteile **10, 12** erreicht. Die Dichtkappe **76** wird in Richtung des vertikalen Pfeils **102** auf die Buchse **22** aufgerastet, wobei ein Außenrand **84** der Dichtkappe **76** geringfügig in radialer Richtung – wie durch die beiden entgegen gerichteten horizontalen weißen Pfeile **104** angedeutet – kurzzeitig aufgeweitet wird. Durch den zumindest bereichsweisen Formschluss zwischen der Dichtkappe **76** und der Buchse **22** wird auch im Fall von starken Vibrationen ein zuverlässiger Sitz der Dichtkappe **76** erreicht.

[0055] Zur weiteren Verbesserung der Abdichtungsfunktion kann vor oder nach dem Aufrasten der Dichtkappe **76** auf die Buchse **22** zumindest bereichsweise eine dauerelastische und/oder eine aushärtende Dichtmasse unterhalb der Dichtkappe **76** eingebracht werden.

[0056] Die [Fig. 9](#) zeigt eine alternative Befestigungsmöglichkeit einer geringfügig modifizierten Dichtkappe **106** zum fluiddichten Abschluss der Verbindungsanordnung **14** unter Verwendung eines nicht scheibenförmigen Zwischenlegers.

[0057] Zwischen dem Kragen **30** der Buchse **22** und der Unterseite **32** der die Bauteile **10**, **12** umfassenden Strukturbaugruppe **16** ist als ein möglicher Zwischenleger eine näherungsweise topfförmige Unterlegscheibe **108** mit einem zumindest abschnittsweise ausgebildeten, umlaufenden Rand **110** angeordnet. Der am Außenumfang der Unterlegscheibe **108** ausgebildete Rand **110** steht senkrecht auf der Unterseite **32** der Strukturbaugruppe **16** bzw. verläuft parallel zur Längsachse **70**. In den Rand **110** sind mindestens zwei bevorzugt viereckige Ausnehmungen **112**, **114** eingebracht. Vorzugsweise sind mindestens drei Ausnehmungen vorgesehen, um einen festen Sitz der Dichtkappe **106** zu ermöglichen. In die Ausnehmungen **112**, **114** sind zwei korrespondierend ausgestaltete Rastvorsprünge **116**, **118** zur Befestigung der Dichtkappe **106** auf der topfförmigen Unterlegscheibe **108** zumindest bereichsweise formschlüssig rastend einbringbar.

[0058] Im Unterschied zu der Dichtkappe **76** nach Maßgabe der [Fig. 1](#) bis [Fig. 8](#) sind bei der Dichtkappe **106** gemäß der [Fig. 9](#) die Rastvorsprünge **116**, **118** an einem umlaufenden, unteren, dem Bauteil **12** zugewandten Rand **120** der Dichtkappe **106** mit einem Versatz **122** ausgebildet. Hierdurch liegt der umlaufende Rand **120** der Dichtkappe **106** im aufgerasteten Zustand im Idealfall vollflächig an der Unterseite **32** der Strukturbaugruppe **16** bzw. dem Bauteil **12** an. Die Rastvorsprünge **78** am Rand **30** der Buchse **22** sind in dieser Konstellation nicht mehr zwingend erforderlich. Die Buchse **22** kann darüber hinaus gegebenenfalls in der topfförmigen Unterlegscheibe **108** aufgenommen und optional gegen Herausfallen durch geeignete Halteglieder, wie zum Beispiel an der Buchse **22** ausgebildete Haltetaschen oder dergleichen, unverlierbar gesichert sein.

[0059] Die Dichtkappe **106** kann ferner mit einem nicht dargestellten Dichtmittel, insbesondere einer Dichtmasse, zumindest teilweise aufgefüllt sein, um die Abdichtungswirkung der Dichtkappe **106** weiter zu erhöhen. Durch die Dichtkappe **106** wird eine dauerhafte, fluiddichte Versiegelung des Schließringverbinders **51** erzielt.

Bezugszeichenliste

| | |
|-----------|----------------------------|
| 10 | (erstes) Bauteil |
| 12 | (zweites) Bauteil |
| 14 | Verbindungsanordnung |
| 16 | Strukturbaugruppe |
| 18 | leitfähiges Flächengebilde |
| 20 | Durchgangsbohrung |

| | |
|------------|------------------------------|
| 22 | Buchse |
| 24 | Schaft (Buchse) |
| 26 | erstes Ende (Buchse) |
| 28 | zweites Ende (Buchse) |
| 30 | Kragen (Buchse) |
| 32 | Unterseite (Baugruppe) |
| 34 | Zone (kreisringförmig) |
| 36 | Oberseite (Baugruppe) |
| 38 | Senkung |
| 40 | Buchsenabschnitt (Senkung) |
| 42 | Bauteilabschnitt (Senkung) |
| 44 | (ursprüngliche) Schaftlänge |
| 46 | Materialstärke |
| 48 | Bohrung (Buchse) |
| 50 | Verbindungselement |
| 51 | Schließringverbinder |
| 52 | Schließringbolzen |
| 54 | Kopf |
| 56 | Schaft |
| 58 | Halteabschnitt |
| 60 | Schließring |
| 62 | Boden (Schließring) |
| 64 | Wandung (Schließring) |
| 66 | Flansch (Schließring) |
| 68 | Ausnehmung (Schließring) |
| 70 | Längsachse |
| 72 | elektr. Strom (Stromfaden) |
| 74 | Außenrand (Buchse) |
| 76 | Dichtkappe |
| 78 | Rastvorsprung (Buchse) |
| 80 | Ausnehmung (Buchse) |
| 82 | Vorsprung (Dichtkappe) |
| 84 | Außenrand (Dichtkappe) |
| 86 | Dichtmasse |
| 88 | Innendurchmesser |
| 90 | Außendurchmesser (Buchse) |
| 91 | Unterlegscheibe (eben) |
| 92 | (endgültige) Schaftlänge |
| 93 | Unterlegscheibe |
| 94 | Zugabschnitt |
| 96 | Pfeil |
| 98 | Pfeil |
| 100 | Pfeil |
| 102 | Pfeil |
| 104 | Pfeil |
| 106 | Dichtkappe |
| 108 | Unterlegscheibe (topfförmig) |
| 110 | Rand (Unterlegscheibe) |
| 112 | Ausnehmung (Rand) |
| 114 | Ausnehmung (Rand) |
| 116 | Rastvorsprung (Dichtkappe) |
| 118 | Rastvorsprung (Dichtkappe) |
| 120 | Rand (Dichtkappe) |
| 122 | Versatz (Rastvorsprung) |

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 202007019163 U1 [[0004](#)]
- US 2011/0182692 A1 [[0006](#)]

Patentansprüche

1. Verbindungsanordnung (14) zum Zusammenfügen von mindestens zwei Bauteilen (10, 12) zu einer Strukturbaugruppe (16), insbesondere im Bereich einer Tragfläche eines Flugzeugs, wobei mindestens ein Bauteil (10) mit einem Faserverbundkunststoff und mindestens ein weiteres Bauteil (12) mit einem Metall gebildet ist oder mindestens zwei Bauteile (10) mit einem Faserverbundkunststoff gebildet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer Durchgangsbohrung (20) durch die Bauteile (10, 12) eine Buchse (22) befestigt ist und ein erstes Ende (26) der Buchse (22) mit einem Kragen (30) versehen ist, der einer Unterseite (32) der Strukturbaugruppe (16) zugewandt ist und ein zweites Ende (28) der Buchse (22) und eine dieses Ende (28) radial umgebende Zone (34) einer Oberseite (36) der Strukturbaugruppe (16) eine Senkung (38) aufweist und in der Buchse (22) ein Verbindungselement (50) installiert ist.

2. Verbindungsanordnung (14) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine mit dem Faserverbundkunststoff gebildete Bauteil (10) zumindest bereichsweise mit einem elektrisch leitfähigen Flächengebilde (18) versehen ist.

3. Verbindungsanordnung (14) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den mindestens zwei Bauteilen (10, 12) eine elektrische Verbindung besteht.

4. Verbindungsanordnung (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kopf des Verbindungselementes (50) zumindest bereichsweise formschlüssig in der Senkung (38) liegt und im Wesentlichen bündig mit der Oberseite (36) der Strukturbaugruppe (16) abschließt.

5. Verbindungsanordnung (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Buchse (22) und das Verbindungselement (50) mit einem korrosionsbeständigen Metall, insbesondere mit einer Titanlegierung oder einer Edelstahllegierung, gebildet sind.

6. Verbindungsanordnung (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Faserverbundkunststoff insbesondere mit einem kohlenstofffaserverstärkten duroplastischen oder thermoplastischen Kunststoffmaterial gebildet ist und das Metall eine leichtgewichtige Metalllegierung, insbesondere eine Aluminium- oder Titanlegierung, ist.

7. Verbindungsanordnung (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf den Kragen (30) der Buchse (22) oder auf einen zwischen dem Kragen (30) und der Unterseite (32) des Bauteils (12) angeordneten Zwischenleger, insbesondere eine topfförmige Unterlegscheibe (108),

ein Funktionselement, insbesondere eine Dichtkappe (76, 106), aufbringbar, insbesondere aufrastbar ist.

8. Verbindungsanordnung (14) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb der Dichtkappe (76) zumindest bereichsweise ein Dichtmittel, insbesondere eine elastische Dichtmasse (86), zur fluiddichten Versiegelung eingebracht ist.

9. Verbindungsanordnung (14) nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungselement (50) insbesondere ein Schließringverbinder (51) mit einem Schließringbolzen (52) und einem Schließring (60) ist, wobei der Schließring (60) auf einen Halteabschnitt (58) des Schließringbolzens (52) aufgebracht ist und der Schließring (60) dem Kragen (30) der Buchse (22) zugewandt ist.

10. Verfahren zum Zusammenfügen von mindestens zwei Bauteilen (10, 12), insbesondere mittels einer Verbindungsanordnung (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, zu einer Strukturbaugruppe (16), insbesondere im Bereich einer Tragfläche eines Flugzeugs, wobei mindestens ein Bauteil (10) mit einem Faserverbundkunststoff und mindestens ein weiteres Bauteil (12) mit einem Metall gebildet ist oder mindestens zwei Bauteile (10) mit einem Faserverbundkunststoff gebildet sind, mit den folgenden Schritten:

- Einbringen einer Durchgangsbohrung (20) in die mindestens zwei Bauteile (10, 12),
- Befestigen einer Buchse (22) in der Durchgangsbohrung (20), wobei ein Kragen (30) an einem ersten Ende (26) der Buchse (22) einer Unterseite (32) der Strukturbaugruppe (16) zugewandt ist,
- Herstellen einer Senkung (38) an einem zweiten Ende (28) der Buchse (22) und in einer dieses Ende (28) umgebenden Zone (34) einer Oberseite (36) der Strukturbaugruppe (16), und
- Installieren eines Verbindungselementes (50) in der Buchse (22), wobei ein Kopf des Verbindungselementes (50) zumindest bereichsweise formschlüssig in der Senkung (38) liegt und im Wesentlichen bündig mit der Oberseite (36) der Strukturbaugruppe (16) abschließt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass auf den Kragen (30) der Buchse (22) oder auf einen zwischen dem Kragen (30) und der Unterseite (32) des Bauteils (12) angeordneten Zwischenleger, insbesondere eine topfförmige Unterlegscheibe (108), ein Funktionselement, insbesondere eine Dichtkappe (76), aufgebracht, insbesondere aufgerastet, wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb der Dichtkappe (76, 106) zumindest bereichsweise ein Dichtmittel, insbe-

sondere eine elastische Dichtmasse (**86**), zur fluid-
dichten Versiegelung eingebracht wird.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

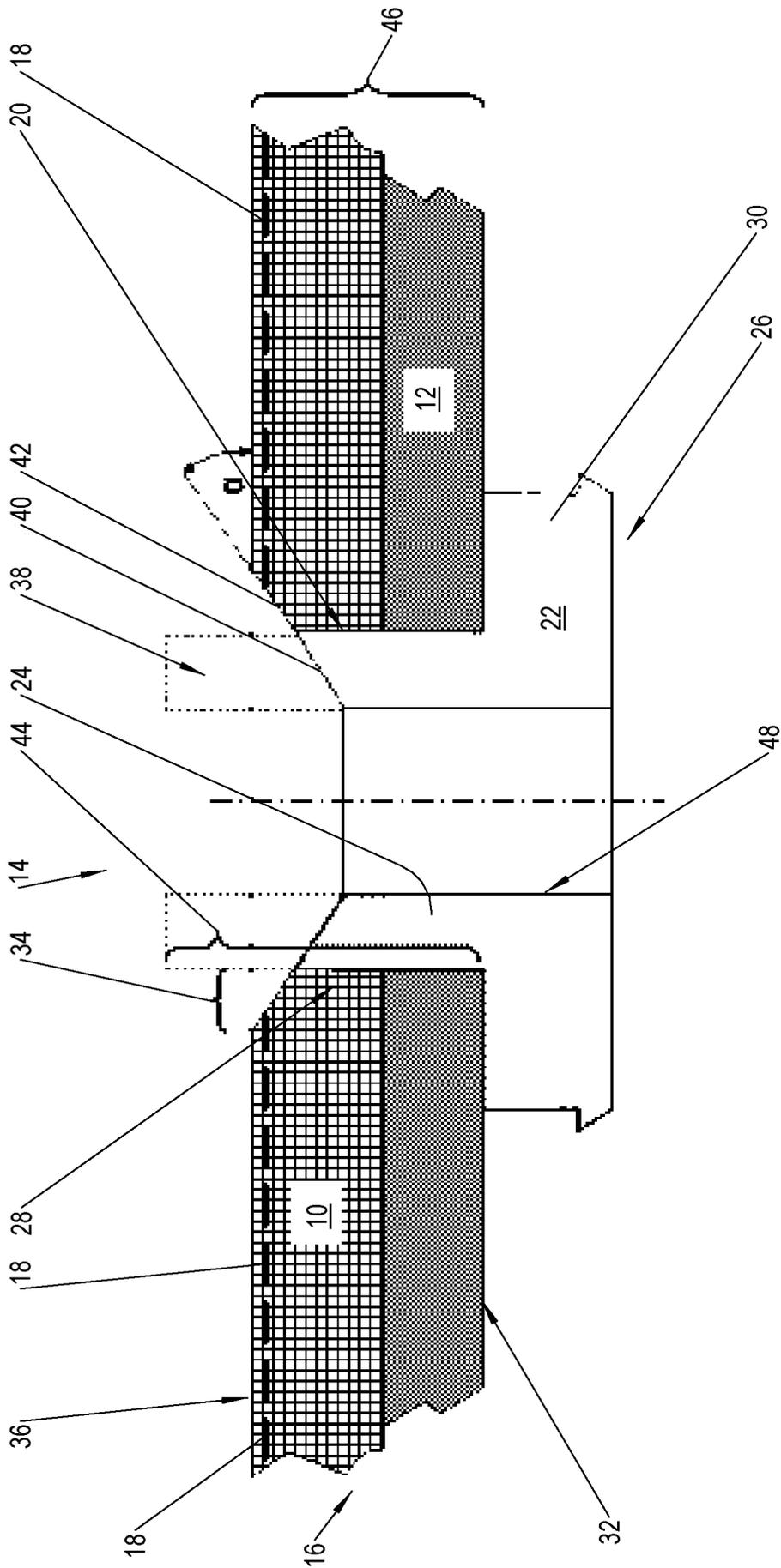


Fig. 1

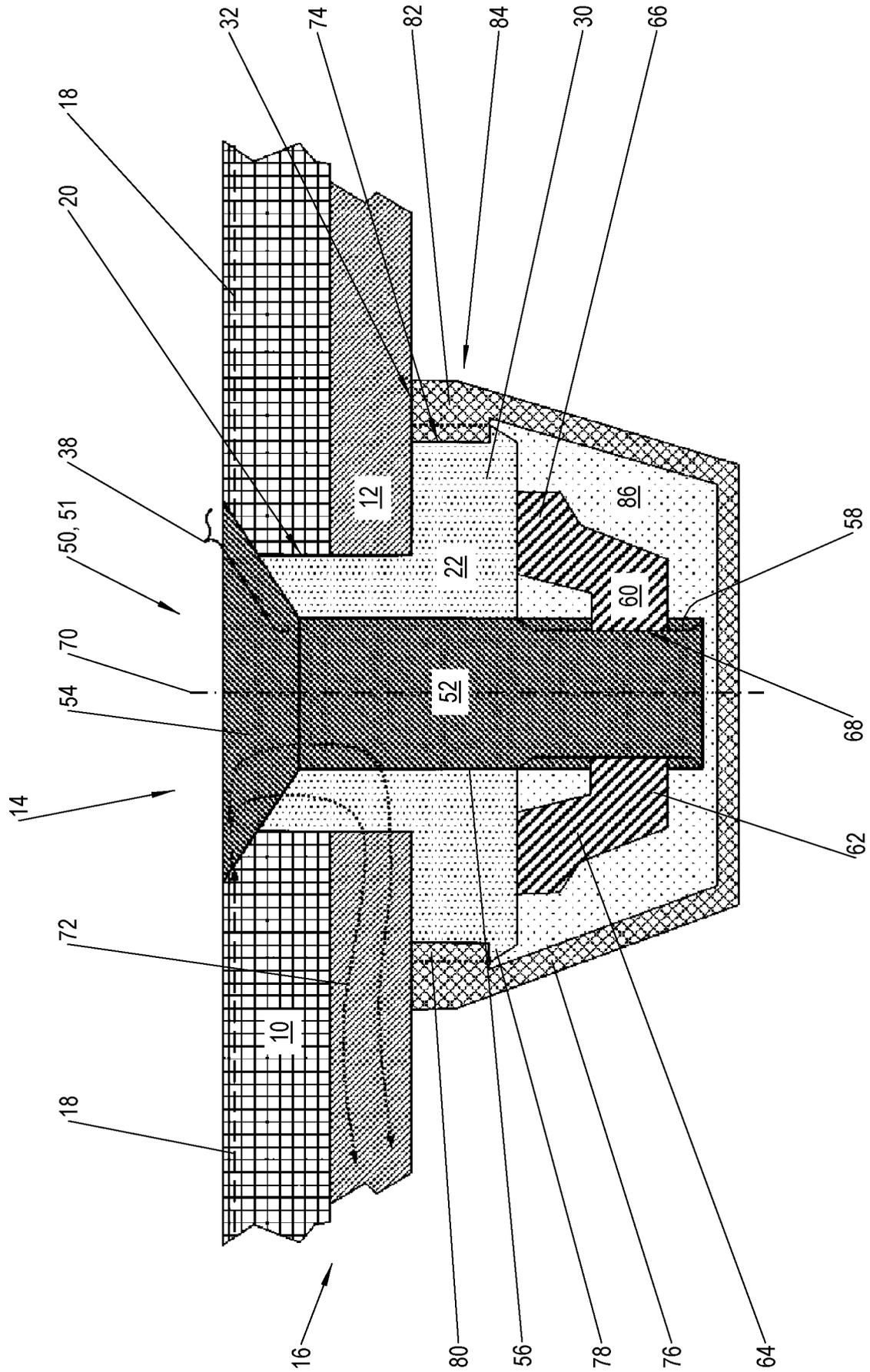


Fig. 2

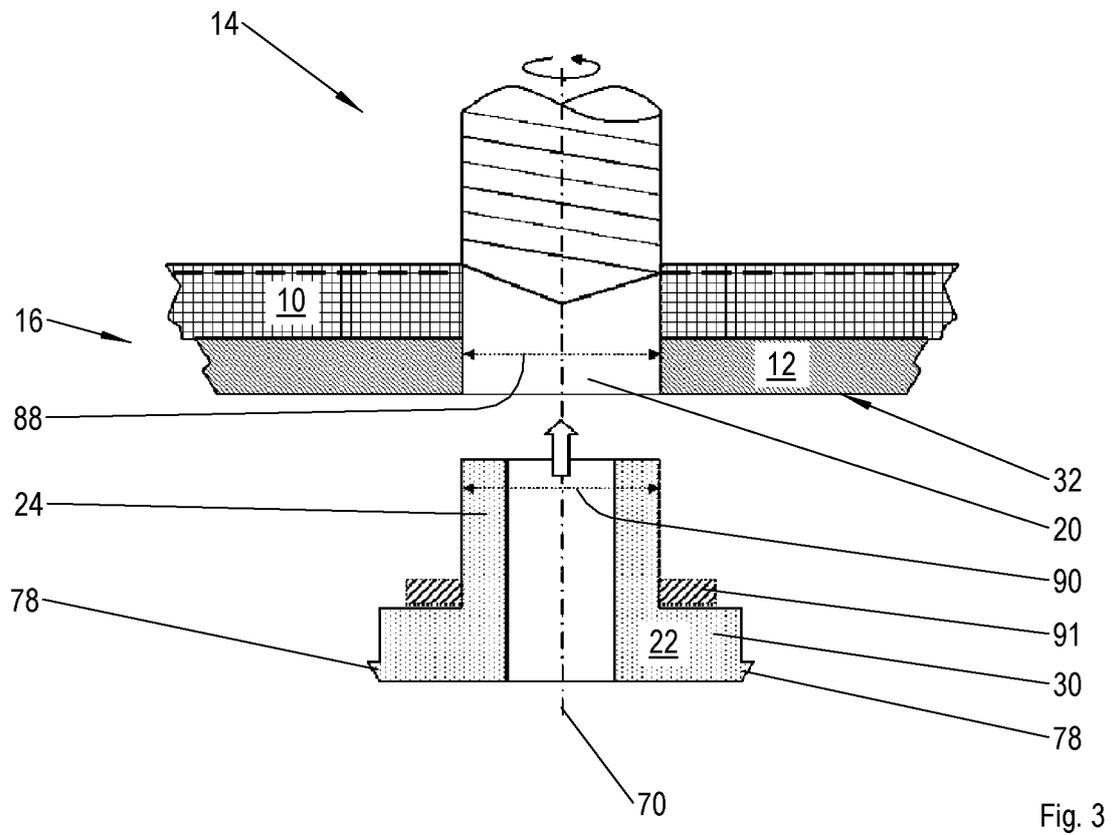


Fig. 3

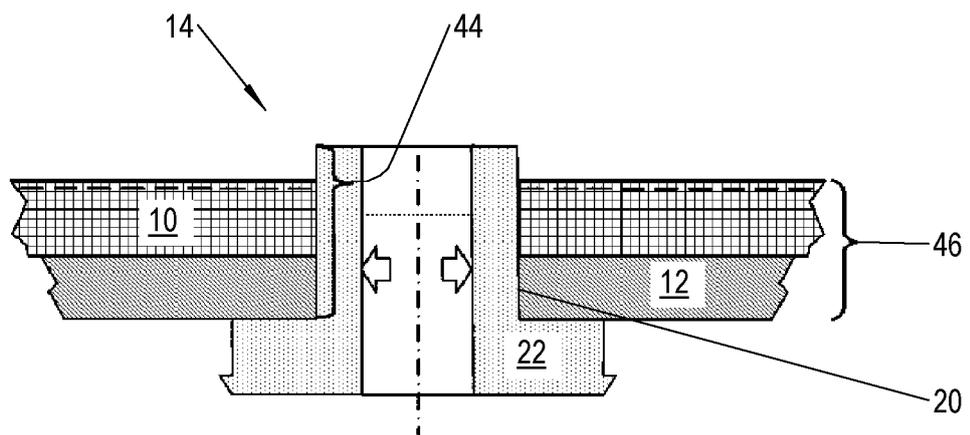


Fig. 4

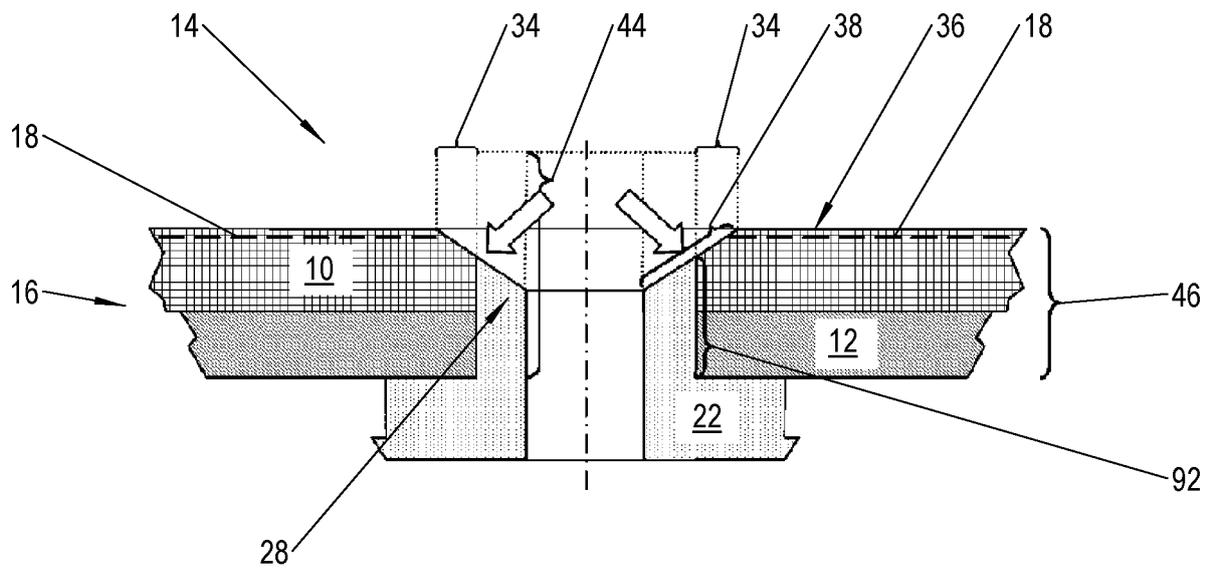


Fig. 5

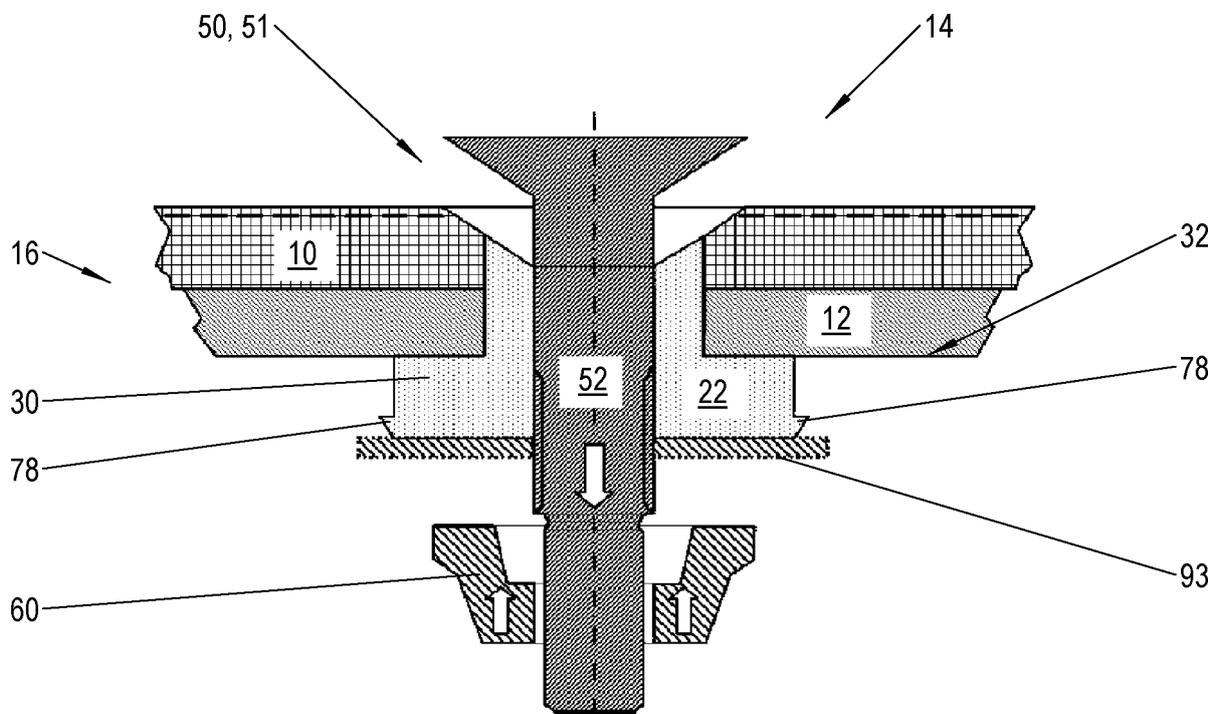


Fig. 6

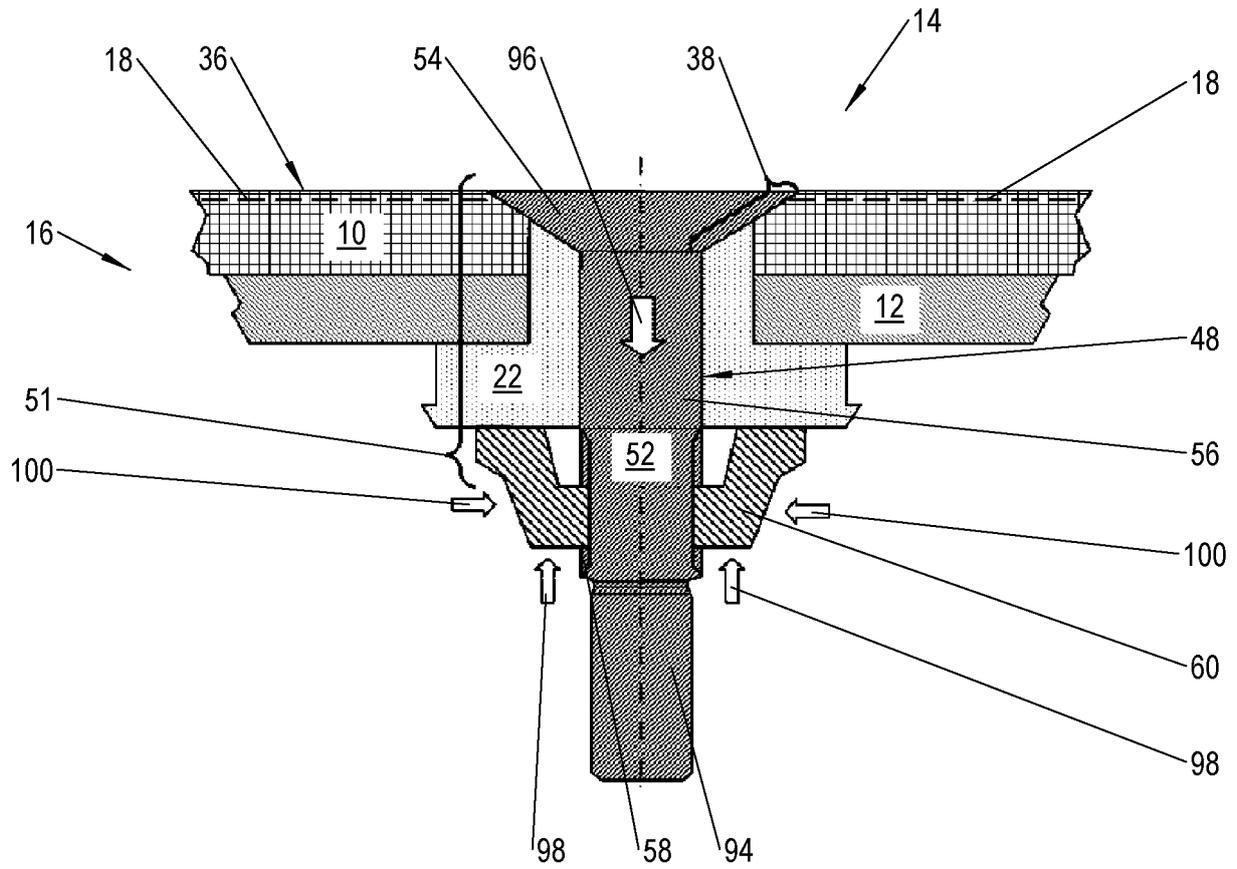


Fig. 7

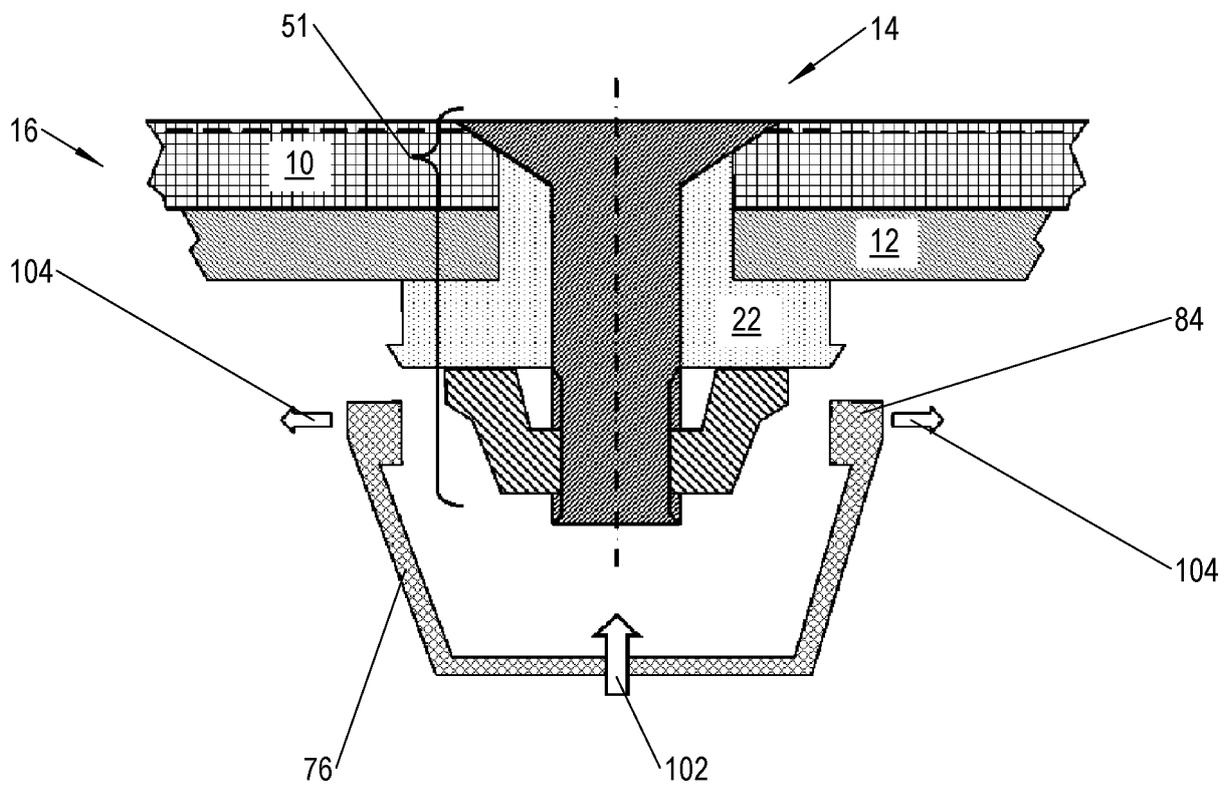


Fig. 8

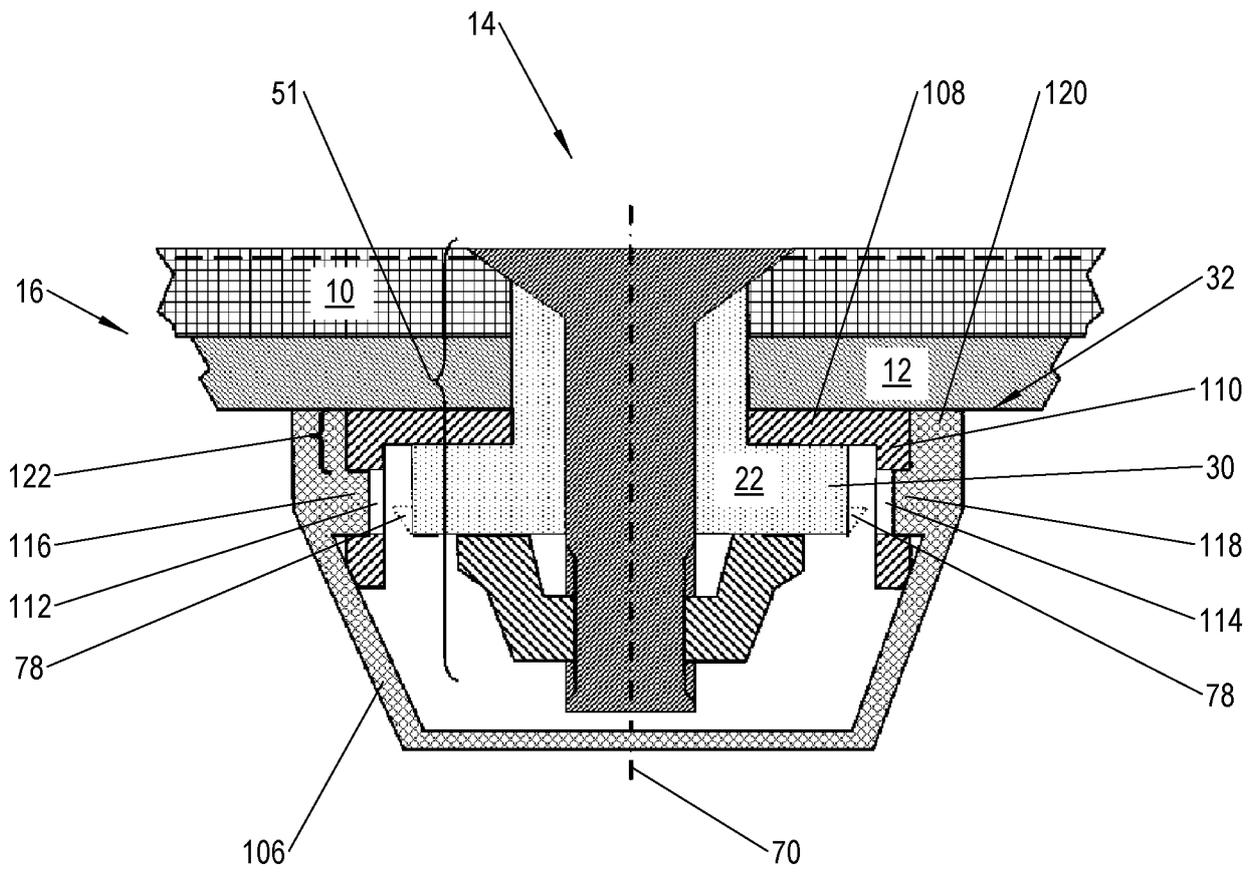


Fig. 9