(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 627 635 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.11.2022 Patentblatt 2022/44

(21) Anmeldenummer: **18195460.3**

(22) Anmeldetag: **19.09.2018**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01R 24/54 *(2011.01)* *H01R 12/73* *(2011.01)*
H01R 24/50 *(2011.01)* *H01R 43/16* *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01R 12/7082; H01R 12/716; H01R 12/91; H01R 13/6277; H01R 13/6315; H01R 24/50; H01R 24/54; H01R 24/58; H01R 43/058; H01R 43/16; H01R 43/28; H01R 2103/00

(54) **VERBINDUNGSELEMENT, BAUGRUPPENVERBINDUNG, LEITERPLATTENANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES VERBINDUNGSELEMENTS**

CONNECTING ELEMENT, MODULE CONNECTION, CIRCUIT BOARD ARRANGEMENT AND METHOD FOR FABRICATION OF A CONNECTING ELEMENT

ÉLÉMENT RACCORD, RACCORD POUR MODULES, DISPOSITIF DE CARTE DE CIRCUITS IMPRIMÉS ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN ÉLÉMENT RACCORD

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.03.2020 Patentblatt 2020/13

(73) Patentinhaber: **Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG**
83413 Fridolfing (DE)

(72) Erfinder:
- **Gruber, Andreas**
  83410 Laufen (DE)
- **Aicher, Bernhard**
  83413 Fridolfing (DE)
- **Höher, Tobias-Lars**
  83329 Waging am See (DE)
- **Sigler, Moritz**
  83329 Waging am See (DE)

(74) Vertreter: **Lorenz, Markus**
Lorenz & Kollegen
Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB
Alte Ulmer Straße 2
89522 Heidenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 440 834
CA-A1- 2 246 400
DE-A1-102004 032 474
DE-U1-202015 007 010
JP-A- 2006 260 898

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 627 635 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verbindungselement zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe und einer zweiten elektrischen Baugruppe, umfassend ein starres, rohrförmiges Außengehäuse.

[0002] Die Erfindung betrifft auch eine Baugruppenverbindung zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe und einer zweiten elektrischen Baugruppe.

[0003] Die Erfindung betrifft außerdem eine Leiterplattenanordnung, aufweisend wenigstens eine erste Leiterplatte und eine zweite Leiterplatte, wobei zwischen den Leiterplatten wenigstens ein Verbindungselement angeordnet ist, um die Leiterplatten elektrisch miteinander zu verbinden.

[0004] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Verbindungselements zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe mit einer zweiten elektrischen Baugruppe.

[0005] Elektrische Baugruppen verfügen in der Regel über elektronische Schaltungen, die auf Leiterplatten ("Printed Circuit Boards", PCBs) durch Verschaltung mehrerer elektronischer Bauelemente implementiert sind. Häufig sind dabei mehrere Leiterplatten innerhalb einer Baugruppe vorgesehen, um eine Schaltung beispielsweise räumlich in einem Gehäuse bzw. einer Umhausung zu verteilen oder um unterschiedliche Module einer Baugruppe miteinander zu verbinden. In der Regel ist bei diesem Aufbau eine elektrische Verbindung zwischen den verschiedenen Leiterplatten für einen Signal- und/oder Energieaustausch erforderlich. Eine elektrische Verbindung zwischen verschiedenen Leiterplatten kann beispielsweise auch dann erforderlich sein, wenn mehrere elektronische Baugruppen miteinander kommunikationsverbunden werden sollen. Insgesamt sind die Gründe, mehrere elektrische Leiterplatten miteinander zu verbinden vielfältig.

[0006] Zur elektrischen Verbindung von Leiterplatten sind verschiedene Möglichkeiten bekannt, unter anderem ungeschirmte Steckverbinder, Drahtlitzen und Flachbandkabel. Derartige Verbindungen sind auch unter der Bezeichnung "Board-to-Board"-Verbindung bekannt. Die herkömmlichen Verbindungen sind in der Regel aber insbesondere für die Hochfrequenztechnik unzureichend.

[0007] Um zwei Leiterplatten elektrisch miteinander zu verbinden, werden zur Übertragung von Signalen für die Hochfrequenztechnik häufig koaxiale Verbindungselemente verwendet, um eine ausreichend hohe Signalqualität zu gewährleisten. Dabei wird in der Praxis jeweils ein koaxialer Steckverbinder des Verbindungselements mit einem auf einer Leiterplatte angebrachten Gegensteckverbinder verbunden. Der Gegensteckverbinder ist vorzugsweise auf der Leiterplatte verlötet oder verpresst und elektrisch mit Streifenteilern der Leiterplatte verbunden. Ein koaxiales Zwischenstück, auch "Adapter" genannt, verbindet die beiden koaxialen Steckverbinder und überbrückt somit den Abstand zwischen den beiden Leiterplatten, um den Signalaustausch zu ermöglichen.

[0008] In der Regel weisen die bekannten koaxialen Verbindungselemente einen Innenleiter und einen mittels eines Isolationsteils bzw. Dielektrikums von dem Innenleiter elektrisch isolierten Außenleiter auf, die jeweils als Drehteile hergestellt werden. Die Herstellung der Komponenten mittels Drehen ist in der Regel erforderlich, um ausreichend gute Fertigungstoleranzen zu erreichen und eine Presspassung zu ermöglichen. Insbesondere wenn das Verbindungselement für die Hochfrequenztechnik eingesetzt werden soll, sind die Anforderungen an die Fertigungstoleranzen besonders hoch.

[0009] Ein Nachteil der bekannten Verbindungselemente ist es, dass die vergleichsweise aufwändige Herstellung einen hohen Kostenaufwand zur Folge hat. Die bekannten Verbindungselemente sind damit insbesondere für eine Massenfertigung in der Regel wirtschaftlich ungeeignet.

[0010] Zum weiteren Stand der Technik sei auch auf die EP 1 440 834 A1 verwiesen, die eine Kabelverbindung zur Übertragung hoher Leistungen innerhalb eines Elektrofahrzeugs betrifft. Zum Schutz der Kabel werden diese entlang des Fahrzeugbodens durch individuelle Metallrohre geführt. Ergänzend sei auch die JP 2006 260898 A erwähnt, in der vorgeschlagen wird, einen elektrischen Leitungsstrang aus drei elektrischen Kabeln durch ein entsprechend umgeformtes, rohrförmiges Außengehäuse zu führen. Außerdem wird auf die DE 10 2004 032 474 A1 verwiesen, bei der ein elektrischer Leiter durch ein Rohr geführt wird, wobei zur mechanischen Fixierung des elektrischen Leiters ein Spalt zwischen dem Rohr und dem Leiter mit einem Füllstoff gefüllt wird.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Aufbau und die Herstellung eines Verbindungselements zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe mit einer zweiten elektrischen Baugruppe zu vereinfachen, insbesondere unter Beibehaltung von für die Hochfrequenztechnik geeigneten elektrischen Übertragungseigenschaften.

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, den Aufbau und die Herstellung einer Baugruppenverbindung zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe und einer zweiten elektrischen Baugruppe zu vereinfachen, insbesondere unter Beibehaltung von für die Hochfrequenztechnik geeigneten elektrischen Übertragungseigenschaften.

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, eine Leiterplattenanordnung bereitzustellen, die wenigstens ein verbessertes Verbindungselement, insbesondere hinsichtlich einer wirtschaftlichen Herstellung des Verbindungselements, aufweist.

[0014] Die Aufgabe wird für das Verbindungselement durch Anspruch 1, für die Baugruppenverbindung durch Anspruch 8 und für die Leiterplattenanordnung durch Anspruch 9 gelöst. Hinsichtlich eines vorteilhaften Verfahrens zur Herstellung eines Verbindungselements wird die Aufgabe durch Anspruch 10 gelöst.

[0015] Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhaf-

te Ausführungsformen und Varianten der Erfindung.

[0016] Es ist ein Verbindungselement zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe mit einer zweiten elektrischen Baugruppe vorgesehen, das ein starres, rohrförmiges Außengehäuse aus einem elektrisch leitfähigen Material und ein in dem Außengehäuse entlang einer Längsachse des Außengehäuses geführtes elektrisches Kabel aufweist.

[0017] Bei der Längsachse kann es sich vorzugsweise um eine Symmetrieachse des Außengehäuses handeln. Insofern es sich um ein koaxiales Kabel mit einem Innenleiter handelt, verläuft die Längsachse des Außengehäuses, auch nach dem Umformen, koaxial zur Längsachse des Innenleiters bzw. fällt mit dieser zusammen. Die Längsachse kann auch dadurch definiert werden, dass es sich hierbei um die Achse handelt, die sich ergibt, wenn die Schwerpunkte der Querschnittsflächen des Außengehäuses miteinander verbunden werden.

[0018] Das Außengehäuse ummantelt das elektrische Kabel vorzugsweise rohrförmig.

[0019] Das Verbindungselement kann vorzugsweise koaxial ausgebildet sein derart, dass die Längsachsen des elektrischen Kabels und des Außengehäuses aufeinander liegen.

[0020] Das Außengehäuse muss nicht vollständig um das elektrische Kabel geschlossen ausgebildet sein und kann das elektrische Kabel im Sinne der Erfindung auch in sich führen, wenn es Ausnehmungen, insbesondere Bohrungen und/oder Schlitze aufweist.

[0021] Erfindungsgemäß weist das elektrische Kabel wenigstens einen Innenleiter und ein den wenigstens einen Innenleiter umhüllendes Dielektrikum auf.

[0022] Bei dem den wenigstens einen Innenleiter umhüllenden Dielektrikum kann es sich insbesondere auch um einen Kabelmantel handeln.

[0023] Bei dem elektrischen Kabel kann es sich vorzugsweise auch um einen "Kabelrohling", d. h. ein unfertiges elektrisches Kabel handeln, bei dem wenigstens ein Innenleiter zunächst mit einem umhüllenden Dielektrikum umspritzt wurde - wonach auf potentiell weitere Fertigungsschritte verzichtet wird. Insbesondere kann es sich um einen Kabelrohling eines Koaxialkabels handeln, bei dem ein koaxialer Außenleiter (z. B. ein Kabelschirmgeflecht und/oder eine Schirmfolie) und ein Kabelmantel noch nicht auf dem den Innenleiter umhüllenden Dielektrikum montiert wurden.

[0024] Erfindungsgemäß ist wenigstens ein Abschnitt des Außengehäuses entlang der Längsachse derart umgeformt, dass das elektrische Kabel in dem Außengehäuse fixiert ist.

[0025] Da das erfindungsgemäße Verbindungselement aus einem beliebig herstellbaren rohrförmigen Außengehäuse und einem in dem Außengehäuse aufgenommenen handelsüblichen elektrischen Kabel oder Kabelrohling bestehen kann, kann es im Gegensatz zu den bekannten gedrehten Verbindungselementen des Standes der Technik kostengünstig herstellbar sein. Das erfindungsgemäße Verbindungselement kann sich somit insbesondere für eine Massenfertigung eignen.

[0026] Dadurch, dass das Außengehäuse erfindungsgemäß umgeformt, d. h. plastisch gezielt in eine andere Form gebracht wird, ohne dabei Material von dem Außengehäuse zu entfernen oder hinzuzufügen, kann eine hohe mechanische Haltekraft des elektrischen Kabels in dem Außengehäuse bereitgestellt werden, trotz ggf. vorhandener hoher Fertigungstoleranzen des Außengehäuses und/oder des elektrischen Kabels. Es kann somit insbesondere ein Außengehäuse und/oder ein elektrisches Kabel verwendet werden, das vergleichsweise große Fertigungstoleranzen aufweist, da ein entsprechendes Spiel zwischen dem Außengehäuse und dem elektrischen Kabel durch die anschließende Umformung ausgeglichen werden kann.

[0027] Ferner kann durch die Umformung die elektrische Anpassung zur Übertragung von Signalen im Hochfrequenzbereich ggf. optimiert werden.

[0028] Das Verbindungselement kann insbesondere zur Übertragung von elektrischen Signalen in der Hochfrequenztechnik vorteilhaft verwendbar sein. Grundsätzlich kann sich das Verbindungselement allerdings für beliebige Signal- und/oder Energieübertragungen in der gesamten Elektrotechnik eignen.

[0029] Vorzugsweise eignet sich das erfindungsgemäße Verbindungselement zur mechanischen und elektrischen Verbindung zweier Leiterplatten. Grundsätzlich kann das erfindungsgemäße Verbindungselement allerdings auch zur mechanischen und elektrischen Verbindung sonstiger elektrischer oder elektronischer Baugruppen vorgesehen sein, beispielsweise zur Verbindung zwischen Steuergeräten, Filtern, Antennen oder sonstigen Modulen untereinander. Zur Vereinfachung wird die Erfindung nachfolgend zur elektrischen und mechanischen Verbindung zweier Leiterplatten beschrieben. Der Begriff "Leiterplatte" kann von einem Fachmann allerdings ohne Weiteres auf eine beliebige elektrische oder elektronische Baugruppe bezogen und entsprechend substituiert werden.

[0030] Das Außengehäuse des Verbindungselements kann im Rahmen der Erfindung als Außenleiter des Verbindungselements bei der Übertragung elektrischer Signale mittels des Innenleiters des elektrischen Kabels zwischen den Leiterplatten dienen.

[0031] Für das Verbindungselement ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Außengehäuse an den Enden einen Steckverbinder zur Verbindung mit einem jeweiligen Gegensteckverbinder einer elektrischen Baugruppe, insbesondere einer Leiterplatte, aufweist.

[0032] Die Steckverbinder an den Enden des Außengehäuses sind in einer besonders einfachen und insbesondere zur Verbindung von Leiterplatten bevorzugten Ausgestaltung auch dadurch ausgebildet, dass die Enden des Außengehäuses aufgeweitet sind und dadurch ein Steckverbinder ausgebildet wird. Der Innenleiter des elektrischen Kabels kann ggf. ausgehend von den Enden in einem vorderen, für die Kontaktierung geeigneten Abschnitt aus dem Dielektrikum herausragen bzw. das Di-

elektrikum kann in diesem vorderen Abschnitt entfernt sein.

[0033] Die Steckverbinder an den jeweiligen Enden des Außengehäuses können auch als "Köpfe" des Verbindungselements und der zwischen den Steckverbindern liegende Bereich als "Adapter" bezeichnet werden.

[0034] Die an den Enden des Außengehäuses ausgebildeten Steckverbinder können als Schnittstellen zur Verbindung mit beliebigen anderen Steckverbindern bzw. Gegensteckverbindern ausgebildet sein.

[0035] Die Steckverbinder an den Enden des Außengehäuses sind vorzugsweise rund und koaxial ausgebildet. Durch die Steckverbindung zwischen einem Steckverbinder und einem jeweiligen Gegensteckverbinder kann das Verbindungselement mechanisch und elektrisch an die entsprechende Leiterplatte (oder eine sonstige, beliebige elektrische Baugruppe) angebunden sein.

[0036] Das Verbindungselement, das Außengehäuse und/oder der Innenleiter kann bzw. können auch durch eine Ausnehmung in wenigstens einer der Leiterplatten hindurchgeführt und beispielsweise auf der der Eintrittsseite gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte fixiert bzw. angebunden werden.

[0037] Es kann auch vorgesehen sein, den Innenleiter und/oder das Außengehäuse des Verbindungselements durch Löten, Crimpen, Pressen oder eine sonstige Verbindungstechnik direkt mit der jeweiligen Leiterplatte bzw. einem elektrischen Bauteil, einem Streifenleiter oder einem Lötpad zu verbinden. Auch die Verwendung einer Steckverbindung einerseits und einer direkten Anbindung andererseits kann vorgesehen sein. Auf die spezifische Verbindungstechnik kommt es im Rahmen der Erfindung nicht an. Die Verwendung von Steckverbindern und Gegensteckverbindern ist jedoch besonders vorteilhaft.

[0038] Das Verbindungselement kann somit insbesondere mit einem ersten Ende mit einer ersten Leiterplatte und mit einem zweiten Ende mit einer zweiten Leiterplatte elektrisch leitfähig verbunden sein, um einen elektrischen Pfad auszubilden. Der elektrische Pfad kann zur Übertragung elektrischer Signale, insbesondere hochfrequenter Signale, und/oder zur elektrischen Energieübertragung verwendbar sein.

[0039] In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass das elektrisch leitfähige Material des Außengehäuses nichtmagnetisch ist. Vorzugsweise ist das elektrisch leitfähige Material des Außengehäuses aus einem nichtmagnetischen Metall, besonders bevorzugt aus Messing, gebildet.

[0040] Der Begriff "nichtmagnetisch" bezieht sich auf ein Material, auf das ein Magnetfeld nahezu keine bis keine Wirkung hat. Die Eigenschaft einer vernachlässigbaren magnetischen Beeinflussbarkeit wird mitunter auch als "amagnetisch" oder "unmagnetisch" bezeichnet. Vorzugsweise handelt es sich um ein nicht ferromagnetisches Material. Insbesondere haben sich die magnetischen Eigenschaften von Buntmetallen bzw. Nichteisenmetallen (NE-Metall), insbesondere Messing oder Zinnbronze, im Rahmen von Hochfrequenzsimulationen erfindungsgemäß als besonders geeignet herausgestellt. Es können aber auch andere Materialien, insbesondere aber nichtmagnetische oder schwach magnetische Metalle, beispielsweise auch diverse Edelstähle, vorgesehen sein.

[0041] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das elektrische Kabel konzentrisch und vorzugsweise aus genau einem Innenleiter und einem Dielektrikum, welches den Kabelmantel bildet, ausgebildet ist.

[0042] Es kann auch ein elektrisches Kabel vorgesehen sein, das neben einem Innenleiter auch noch einen Außenleiter aufweist, wobei der Innenleiter und der Außenleiter durch einen Isolator getrennt sind und das elektrische Kabel ferner einen den Außenleiter umhüllenden Kabelmantel bzw. das erfindungsgemäße "Dielektrikum" aufweist.

[0043] Da zur Verbindung zwischen elektrischen Leiterplatten in der Regel pro Verbindungselement ein einzelner Übertragungskanal bereitgestellt werden soll, hat sich aber die Verwendung eines elektrischen Kabels, das durch genau einen Innenleiter und ein den Innenleiter umhüllenden Dielektrikum bzw. Kabelmantel gebildet ist, als besonders geeignet herausgestellt.

[0044] Ein konzentrischer Aufbau eignet sich insbesondere zur Verwendung in der Hochfrequenztechnik.

[0045] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann allerdings auch vorgesehen sein, dass das elektrische Kabel wenigstens ein Innenleiterpaar zur differenziellen Signalübertragung aufweist.

[0046] Die Innenleiterpaare können insbesondere entlang der Längsachse des Verbindungselement bzw. des Kabels verdrillt verlaufen (in der Art eines "Twisted-Pair"-Kabels). Die Innenleiterpaare können jedoch auch parallel geführt sein ("Parallel Pair").

[0047] Bei Verwendung mehrerer Innenleiter können die jeweiligen Innenleiter jeweils einzeln voneinander Isoliert sein, insbesondere von einem jeweiligen Isolator umgeben sein. Das erfindungsgemäße Dielektrikum kann die mehreren Innenleiter dann insgesamt einhüllen, beispielsweise in der Art eines Kabelmantels.

[0048] Es kann/können ein einzelnes Innenleiterpaar oder auch mehrere Innenleiterpaare, beispielsweise zwei, drei vier oder noch mehr Innenleiterpaare zur differentiellen Signalübertragung vorgesehen sein.

[0049] Es kann vorgesehen sein, dass mehrere Abschnitte des Außengehäuses entlang der Längsachse des Außengehäuses umgeformt sind, wobei die Abschnitte entlang der Längsachse und/oder radial auf der Außenfläche des Außengehäuses verteilt angeordnet sein können, beispielsweise in der Art von Kerben.

[0050] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung kann allerdings vorgesehen sein, dass das Außengehäuse entlang genau eines zusammenhängenden Abschnitts des Außengehäuses umgeformt ist.

[0051] Insbesondere bei Verwendung des Verbindungselements zur Übertragung von hochfrequenten

bzw. hochbitratigen Signalen kann eine gleichmäßige Umformung und insbesondere eine Umformung eines möglichst langen, zusammenhängenden Abschnitts von Vorteil sein, um die elektrischen Signale störungsfrei, insbesondere reflexionsfrei, zu übertragen.

[0052] Beispielsweise kann eine Sicherung bzw. mechanische Fixierung des elektrischen Kabels mittels Kerben eine elektrische Störstelle darstellen, was durch eine Umformung eines einzigen Abschnitts, der sich vorzugsweise zwischen den Steckverbindern des Verbindungselements erstreckt, bestmöglichst vermieden werden kann.

[0053] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass sich der wenigstens eine zusammenhängende Abschnitt, entlang dem das Außengehäuse umgeformt ist, zumindest entlang 50% der Gesamtlänge des Außengehäuses, vorzugsweise zumindest entlang 75% der Gesamtlänge des Außengehäuses, besonders bevorzugt zumindest entlang 90% der Gesamtlänge des Außengehäuses und ganz besonders bevorzugt vollständig bzw. über die volle Länge zwischen den Steckverbindern des Außengehäuses erstreckt.

[0054] Die vorgenannten Werte, die der wenigstens eine zusammenhängende Abschnitt vorzugsweise entlang der Gesamtlänge des Außengehäuses einnimmt, können durch einen einzelnen zusammenhängenden Abschnitt oder auch verteilt auf mehrere Abschnitte erreicht werden. Zu bevorzugen ist jedoch die Ausbildung eines zusammenhängenden einzelnen Abschnitts.

[0055] Vorzugsweise erstreckt sich der Abschnitt, entlang dem das Außengehäuse umgeformt ist, mittig zwischen den Steckverbindern des Außengehäuses oder mittig zwischen den beiden Enden des Außengehäuses.

[0056] Zur Bereitstellung eines möglichst störstellenfreien und somit für die Hochfrequenztechnik besonders geeigneten Verbindungselements ist es besonders vorteilhaft, das Außengehäuse entlang eines zusammenhängenden Abschnitts umzuformen, der sich vollständig zwischen den Steckverbindern des Außengehäuses erstreckt.

[0057] Es kann ein Übergangsbereich mit veränderlichem Außendurchmesser zwischen den Steckverbindern, insbesondere runden Steckverbindern mit einem ersten Durchmesser, und dem umgeformten Abschnitt des Außengehäuses mit einem zweiten Durchmesser vorgesehen sein.

[0058] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Abschnitt des Außengehäuses derart umgeformt ist, dass der Querschnitt des Außengehäuses in dem umgeformten Abschnitt einen Umfang aufweist, der nicht kreisförmig verläuft.

[0059] Vorzugsweise ist die Grundform des rohrförmigen Außengehäuses bzw. dessen Querschnitt rund bzw. der Umfang bildet einen Kreis (auch als Kreisrand bezeichnet) und wird durch das Umformen zumindest in dem wenigstens einen Abschnitt in eine andere Form gebracht. Eine runde Geometrie bzw. ein kreisförmiger Umfang eignet sich aufgrund des gleichmäßigen Abstands der Wandung des Außengehäuses zu dem Innenleiter besonders zur Verwendung in der Hochfrequenztechnik, weshalb eine runde Grundform als Ausgangspunkt für das Außengehäuse besonders bevorzugt sein kann.

[0060] In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der Querschnitt in dem umgeformten Abschnitt zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehr gleichmäßig entlang des Umfangs verteilte Winkelsegmente mit einem gleichen, vorzugsweise konstanten Radius und/oder einer gleichen Bogenlänge aufweist.

[0061] Es kann vorgesehen sein, dass die entlang des Umfangs verteilten Winkelsegmente einen gleichen Radius und/oder eine gleiche Bogenlänge aufweisen.

[0062] Vorzugsweise weisen die Winkelsegmente einen konstanten Radius auf. Der Radius der Winkelsegmente kann entlang des Umfangs des Winkelsegments jedoch auch variabel sein, beispielsweise einer elliptischer Form folgen.

[0063] Eine Ausbildung der Winkelsegmente mit gleichen Radien und gleichen Bogenlängen ist zwar zu bevorzugen, es kann sich jedoch auch bereits dann eine Fixierung des elektrischen Kabels mit ausreichenden Übertragungseigenschaften ergeben, wenn die Winkelsegmente einen gleichen Radius oder eine gleiche Bogenlänge aufweisen.

[0064] Weitere Varianten hierzu, die ebenfalls zu einer Fixierung des Kabels in dem Au-βengehäuse führen und ausreichende Übertragungseigenschaften sicherstellen können, sind nachfolgend noch dargestellt. Gleichwohl ist es zu bevorzugen, wenn die Winkelsegmente einen gleichen Radius, vorzugsweise einen konstanten Radius und eine gleiche Bogenlänge aufweisen.

[0065] Dadurch wird das Verbindungselement in dem wenigstens einen Abschnitt in eine Form gebracht, die eine Querschnittsgeometrie aufweist, bei denen die Winkelsegmente aufgrund der Koaxialität ausgezeichnete Hochfrequenz-Übertragungseigenschaften aufweisen. Zwischen den Winkelsegmenten mit dem gleichen, vorzugsweise konstanten Radius und der gleichen Bogenlänge können jeweils (Ausgleichs-)Winkelsegmente vorgesehen sein, welche die bei dem Umformungsvorgang verdrängte Masse aus den Winkelsegmenten mit dem gleichen Radius und der gleichen Bogenlänge aufnehmen. Es hat sich gezeigt, dass die (Ausgleichs-)Winkelsegmente die elektrischen Übertragungseigenschaften des Verbindungselements nur vernachlässigbar verschlechtern. Die Fixierung des elektrischen Kabels mit Hilfe der Winkelsegmente, die jeweils einen gleichen Radius und eine gleiche Bogenlänge aufweisen, ergibt jedoch eine hohe Haltekraft, ermöglicht eine einfache Herstellung und weist, wie bereits ausgeführt, ausgezeichnete Hochfrequenz-Übertragungseigenschaften auf. Vorzugsweise sind genau drei entlang des Umfangs verteilte Winkelsegmente mit einem gleichem, vorzugsweise konstanten Radius und einer gleichen Bogenlänge vorgesehen, zwischen denen jeweils (Ausgleichs-)Win-

kelsegmente ausgebildet sind.

[0066] Die Winkelsegmente sind vorzugsweise identisch ausgebildet und weisen einen identischen konstanten Radius und eine gleiche Bogenlänge auf. Es ist jedoch auch möglich, dass die Winkelsegmente nur einen jeweils gleichen, konstanten Radius oder jeweils eine gleiche Bogenlänge aufweisen.

[0067] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann ferner vorgesehen sein, dass die Winkelsegmente einen identischen, jedoch nicht konstanten Radius aufweisen. Beispielsweise können die Winkelsegmente entlang ihrer Bogenlänge bzw. des von diesen eingenommenen Umfangs einen Verlauf aufweisen, der keinem konstanten Radius entspricht. Beispielsweise kann ein elliptischer Verlauf oder ein anderer Verlauf vorgesehen sein.

[0068] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Winkelsegmente entlang des Umfangs bzw. entlang des Bogens unterschiedliche Verläufe aufweisen, das heißt, dass beispielsweise ein Teil der Winkelsegmente einen konstanten Radius und ein anderer Teil einen variablen Radius aufweist. Es ist bei dieser Ausgestaltung besonders von Vorteil, wenn die verschiedenen Winkelsegmente symmetrisch angeordnet sind, beispielsweise derart, dass die Winkelsegmente mit abweichenden Verläufen jeweils alternierend angeordnet sind. Vorgesehen sein kann auch, dass die Winkelsegmente paarweise angeordnet sind derart, dass sich immer zwei identische Winkelsegmente spiegelbildlich gegenüber liegen.

[0069] Analog können die Winkelsegmente auch unterschiedliche Bogenlängen aufweisen, wobei die Winkelsegmente vorzugsweise wiederum symmetrisch angeordnet sind, beispielsweise derart, dass Winkelsegmente mit abweichenden Bogenlängen alternierend angeordnet sind und/oder dass Winkelsegmente mit identischen Bogenlängen paarweise angeordnet sind und spiegelbildlich um die Längsachse des Verbindungselements angeordnet sind.

[0070] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Abschnitt des Außengehäuses derart umgeformt ist, dass der Querschnitt des Außengehäuses in dem umgeformten Abschnitt einer Gleichdicke, vorzugsweise einem Reuleaux-Dreieck, entspricht.

[0071] Bei einer "Gleichdicke" handelt es sich um eine Kurve mit konstanter Breite, deren geschlossene Linie in jeder Lage innerhalb eines entsprechenden Quadrats stets alle vier Seiten berührt.

[0072] Hierdurch entsteht eine spezifische Geometrie des Außengehäuses, die eine hohe mechanische Haltekraft sicherstellt bei dennoch ausreichender Koaxialität zur Sicherstellung einer guten Signalübertragung - insbesondere für die Hochfrequenztechnik.

[0073] Eine Gleichdicke-Geometrie kann besonders gute elektrische Eigenschaften hervorrufen, da hierdurch Bereiche mit genauem Abstand zum Innenleiter für eine geeignete elektrische Anpassung sorgen können. In den Eckbereichen kann die Volumenschwankung des Isolierteils bzw. des Dielektrikums und die Durchmesserschwankung des Außengehäuses ausgeglichen werden, ohne die elektrische Anpassung unzulässig zu verfälschen.

[0074] Grundsätzlich kann auch eine Gleichdicke mit einer höheren Anzahl von Seitenflächen als bei einem Reuleaux-Dreieck vorgesehen sein. Beispielsweise kann eine Gleichdicke mit vier, fünf, sechs, sieben, acht oder noch mehr Seitenflächen vorgesehen sein.

[0075] Es kann aber auch eine Gleichdicke mit nur zwei Seitenflächen vorgesehen sein, ähnlich einer Ellipse. Diese Geometrie ist jedoch in der Regel nicht bevorzugt.

[0076] In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Außengehäuse durch Prägen bzw. Pressen oder Walzen umgeformt ist.

[0077] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung kann insbesondere vorgesehen sein dass, wenn das Außengehäuse in dem oder den Abschnitten jeweils an drei gleichmäßig äquidistanten Winkelabständen entlang des Umfangs verteilten Umfangsabschnitten radial derart eingeprägt oder gewalzt ist, drei auf Abstand zueinander angeordnete Umfangsabschnitte mit einem gleichen, vorzugsweise konstanten Radius und gleicher Bogenlänge ausgebildet sind.

[0078] Durch eine derartige Ausgestaltung ergibt sich, wie die Erfinder festgestellt haben, eine hohe Haltekraft bei gleichzeitig ausgezeichneten Hochfrequenz-Übertragungseigenschaften.

[0079] Vorzugsweise werden drei Prägebacken bzw. Prägestempel verwendet, die in einem entsprechenden Präge- bzw. Pressvorgang die ursprünglich runde Querschnittsgeometrie des Außengehäuses in die Gleichdick-Querschnittsgeometrie, insbesondere das Reuleaux-Dreieck, überführen.

[0080] Grundsätzlich kann ein Verbindungselement mit einer Querschnittsgeometrie vorgesehen sein, die in zumindest drei Winkelsegmenten eine Koaxialität, d. h. Winkelsegmente mit konstantem Radius, aufweist. In diesen Bereichen kann das Verbindungselement ausgezeichnete Übertragungseigenschaften für die Hochfrequenztechnik aufweisen. Die Erfinder haben erkannt, dass dann die geringfügig verschlechterte Koaxialität in den übrigen Segmenten die elektrische Performanz des gesamten Verbindungselements lediglich vernachlässigbar verschlechtert.

[0081] Der Gesamtdurchmesser des Verbindungselements im Abschnitt A kann beispielsweise 2 bis 8 mm betragen, vorzugsweise 2,5 bis 4 mm, besonders bevorzugt etwa 3 mm. Der Durchmesser des elektrischen Kabels kann beispielsweise 1 bis 7 mm, vorzugsweise 1,5 bis 2,5 mm, besonders bevorzugt etwa 1,8 mm, betragen. Der Durchmesser des Innenleiters kann beispielsweise 0,5 mm bis 1 mm, vorzugsweise etwa 0,7 mm betragen. Die Länge des Verbindungselements kann beispielsweise 7 bis 60 mm betragen, vorzugsweise 7 bis 20 mm, besonders bevorzugt etwa 10 mm. Grundsätzlich kann der Fachmann die Maße des Verbindungselements

aber beliebig gestalten, insbesondere im Hinblick auf die jeweilige Anwendung und den Abstand der zu verbindenden Leiterplatten oder elektrischen Baugruppen.

[0082] Die Erfindung betrifft ferner eine Baugruppenverbindung zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe und einer zweiten elektrischen Baugruppe, aufweisend ein Verbindungselement, wie vorstehend und nachfolgend dargestellt, und zwei Gegensteckverbinder, die zur Verbindung mit den Enden des Verbindungselements und zur Verbindung mit jeweils einer elektrischen Baugruppe ausgebildet sind.

[0083] Die Baugruppenverbindung wird zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe und einer zweiten elektrischen Baugruppe, bei denen es sich vorzugsweise jeweils um Leiterplatten handelt, derart montiert, dass zunächst die Gegensteckverbinder jeweils mit einer elektrischen Baugruppe verbunden, vorzugsweise verlötet oder vercrimpt oder aufgesteckt werden, und anschließend das Verbindungselement, welches an seinen Enden vorzugsweise jeweils mit einem Steckverbinder versehen ist, in die Gegensteckverbinder eingesteckt wird.

[0084] Es können dabei zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe und einer zweiten elektrischen Baugruppe mehrere Baugruppenverbindungen vorgesehen sein.

[0085] Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, dass einer oder beide Gegensteckverbinder zunächst mit dem Verbindungselement verbunden werden und anschließend die Verbindung mit einer elektrischen Baugruppe unter Verwendung der Gegensteckverbinder erfolgt.

[0086] Die Erfindung betrifft auch eine Leiterplattenanordnung, aufweisend wenigstens eine erste Leiterplatte und eine zweite Leiterplatte, wobei die Leiterplatten in unterschiedlichen Ebenen parallel zueinander verlaufend angeordnet sind.

[0087] Insbesondere verlaufen die mit elektrischen Bauteilen bestückbaren Oberflächen der Leiterplatten zueinander parallel.

[0088] Die Leiterplattenanordnung kann eine beliebige Anzahl Leiterplatten umfassen, mindestens jedoch zwei. Auch wenn die Erfindung nachfolgend zur Veranschaulichung im Wesentlichen zur Verbindung von zwei elektrischen Leiterplatten beschrieben ist, kann die Leiterplattenanordnung beispielsweise aber auch drei Leiterplatten, vier Leiterplatten, fünf Leiterplatten oder noch mehr Leiterplatten umfassen.

[0089] Vorzugsweise sind die miteinander zu verbindenden Leiterplatten in unterschiedlichen Ebenen parallel zueinander angeordnet. Insbesondere eine toleranzbedingte Abweichung von der parallelen Anordnung, beispielsweise von bis zu 10°, vorzugsweise von bis zu 5° und besonders bevorzugt von bis zu 4°, ist vorliegend als von dem Begriff "parallel" umfasst zu verstehen.

[0090] Die Leiterplatten können direkt aneinander anliegen oder vorzugsweise voneinander beabstandet sein, insbesondere einen Spalt zwischeneinander aufweisen.

[0091] Erfindungsgemäß umfasst die Leiterplattenanordnung wenigstens ein zwischen den Leiterplatten angeordnetes Verbindungselement, um die Leiterplatten elektrisch und mechanisch miteinander zu verbinden. Das Verbindungselement weist ein starres, rohrförmiges Außengehäuse aus einem elektrisch leitfähigen Material und ein in dem Außengehäuse entlang einer Längsachse des Außengehäuses geführtes elektrisches Kabel auf. Das elektrische Kabel weist wenigstens einen Innenleiter und einen den wenigstens einen Innenleiter umhüllendes Dielektrikum auf. Wenigstens ein Abschnitt des Außengehäuses ist entlang der Längsachse des Außengehäuses derart umgeformt, dass das elektrische Kabel in dem Außengehäuse fixiert ist.

[0092] Ein Umformen des Außengehäuses kann insbesondere von Vorteil sein, da aufgrund von Toleranzen bei einer kostengünstigen Herstellung des Außengehäuses und/oder des elektrischen Kabels eine Presspassung zwischen denselben mitunter ggf. nicht möglich ist oder zu einer nicht ausreichenden mechanischen Haltekraft oder elektrisch ungeeigneten Asymmetrie führen kann. Durch die erfindungsgemäße Umformung können sich Bauteiltoleranzen weder störend auf die mechanische Haltekraft noch nennenswert auf die elektrische Anpassung auswirken, was eine stabile mechanische Verbindung der Leiterplattenanordnung und eine gute Signalübertragung zwischen den Leiterplatten ermöglicht, bei gleichzeitig kostengünstiger Herstellung der einzelnen Bauteile.

[0093] Das Verbindungselement (ohne Gegensteckverbinder) kann auch als Adapterteil bzw. "Bullet" bezeichnet werden und wird mit seinen jeweiligen Enden an der jeweiligen Leiterplatte angebunden bzw. in einen entsprechenden Gegensteckverbinder der Leiterplatte oder unmittelbar in die Leiterplatte gesteckt.

[0094] Bei der Leiterplattenanordnung kann zur Verbindung der Leiterplatten wenigstens ein Verbindungselement vorgesehen sein, grundsätzlich kann allerdings eine beliebige Anzahl Verbindungselemente vorgesehen sein, beispielsweise 2 Verbindungselemente, 3 Verbindungselemente, 4 Verbindungselemente, 5 Verbindungselemente, 10 Verbindungselemente, 50 Verbindungselemente, 100 Verbindungselemente oder noch mehr Verbindungselemente. Grundsätzlich vermag der Fachmann die Anzahl verwendeter Verbindungselemente in Abhängigkeit der Anzahl zu übertragender elektrischer Signale, beispielsweise der Anzahl notwendiger Kanäle, festzulegen.

[0095] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Verbindungselements zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe mit einer zweiten elektrischen Baugruppe, wonach ein elektrisches Kabel, aufweisend wenigstens einen Innenleiter und ein den wenigstens einen Innenleiter umhüllendes Dielektrikum entlang einer Längsachse in ein starres, rohrförmiges Außengehäuse eingeschoben wird. Das Außengehäuse wird aus einem elektrisch leitfähigen Material hergestellt,

wobei wenigstens ein Abschnitt des Außengehäuses entlang der Längsachse nach dem Einschieben des elektrischen Kabels derart umgeformt wird, dass das elektrische Kabel in dem Außengehäuse fixiert ist.

[0096] Es ist somit ein Umform- und ein Fügeverfahren zum Aufbau eines Verbindungselements für eine Leiterplattenanordnung vorgesehen.

[0097] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, dass an den Enden des Außengehäuses jeweils ein Steckverbinder zur Verbindung mit einem jeweiligen Gegensteckverbinder einer elektrischen Baugruppe ausgebildet wird.

[0098] Vorzugsweise wird der Innendurchmesser des Außengehäuses größer ausgelegt als der Außendurchmesser des elektrischen Kabels. Hierdurch kann ein besonders leichtes Fügen bzw. Einbringen des elektrischen Kabels in das Außengehäuse ermöglicht werden (Spielpassung). Beispielsweise kann der Außendurchmesser des Tiefziehteils 0,1% bis 0,5% größer sein als der Außendurchmesser des elektrischen Kabels, beispielsweise auch bis zu 1%, 2%, 3%, 5% oder noch größer sein als der Außendurchmesser des elektrischen Kabels.

[0099] Bei der Montage eines Verbindungselements kann ein Kabelrohling bzw. ein elektrisches Kabel mit einem vorzugsweise gezogenen Rohr gefügt werden. Vorzugsweise kann der Fügeprozess unter Spielpassung erfolgen, wonach das Rohr bzw. das Außengehäuse anschließend radial gestaucht wird. Der durch das Umformen resultierende Querschnitt kann dabei insbesondere derart ausgebildet sein, dass sowohl die mechanischen als auch die elektrischen Eigenschaften des Verbindungselements optimiert werden. Hierzu können beispielsweise vorab Hochfrequenzsimulationen verwendet werden.

[0100] Durch die Optimierung der elektrischen Eigenschaften des Verbindungselements bei gleichzeitig hoher mechanischer Haltekraft des elektrischen Kabels in dem Außengehäuse kann erfindungsgemäß ein Verbindungselement mit besonders schneller und störungsfreier Datenübertragung bereitgestellt werden. Ferner kann der Aufbau des Verbindungselements kostengünstig und somit für eine Massenproduktion geeignet sein.

[0101] Insbesondere da eine Fixierung des elektrischen Kabels in dem Außengehäuse durch dessen Umformung erfolgt, können am Isolierteil bzw. am Dielektrikum auch keine Späne, Abschabungen oder sonstige abrasive Beschädigungen während der Herstellung des Verbindungselements auftreten.

[0102] Vorzugsweise wird das elektrische Kabel aus genau einem Innenleiter, insbesondere einem metallischen Innenleiter, hergestellt, der anschließend mit einem nichtleitenden Material bzw. einem Dielektrikum umspritzt wird. Grundsätzlich kann das elektrische Kabel auch noch weitere Innenleiter aufweisen. Vorzugsweise wird ein konzentrisches Kabel verwendet.

[0103] Vorzugsweise wird das Außengehäuse aus einem nichtmagnetischen Material hergestellt, besonders bevorzugt aus Messing.

[0104] In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass das Außengehäuse aus einem metallischen Rohling tiefgezogen, fließgepresst oder gedreht wird.

[0105] Insbesondere ein Tiefziehen des Außengehäuses hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, da das Außengehäuse in diesem Fall vergleichsweise kostengünstig herstellbar ist und es aufgrund der erfindungsgemäßen Umformung zur Fixierung des elektrischen Kabels auf die durch das Tiefziehen ggf. resultierenden großen Toleranzen bzw. Sollmaßabweichungen nicht sonderlich ankommt.

[0106] In einer Weiterbildung kann ferner vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Abschnitt des Außengehäuses durch Prägen und/oder Walzen umgeformt wird.

[0107] Grundsätzlich kann allerdings ein beliebiges Umformverfahren bzw. eine beliebige Umformtechnik vorgesehen sein, beispielsweise auch Biegen. Besonders eignet sich jedoch eine Präge- oder Walztechnik. Durch die nachträgliche Umformung des Außengehäuses kann das elektrische Kabel auch mit größeren Durchmessertoleranzen gefügt werden, wobei dennoch eine gute mechanische Festhaltung sowie eine optimale elektrische Auslegung erfolgen kann.

[0108] Es kann ein axialer Walzprozess, d. h. ein Walzen entlang der Längsachse des Außengehäuses, vorgesehen sein.

[0109] Es kann aber auch ein radialer Walzprozess vorgesehen sein, bei dem radial oder tangential entlang dem Außenumfang des Außengehäuses gewalzt wird.

[0110] Grundsätzlich kann vorgesehen sein, den Abschnitt des Außengehäuses durch Längswalzen, Reckwalzen, Querwalzen, Ringwalzen und/oder Schrägwalzen umzuformen.

[0111] In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Abschnitt des Außengehäuses durch Prägen unter Verwendung von zwei oder mehr Prägebacken, vorzugsweise drei oder mehr Prägebacken, umgeformt wird. Vorzugsweise erfolgt die Umformung derart, dass der Querschnitt des umgeformten Abschnitts einer Gleichdicke, vorzugsweise einem Reuleaux-Dreieck, entspricht.

[0112] Vorzugsweise entspricht die Anzahl der Prägebacken der Anzahl Seitenflächen der Gleichdicke; beispielsweise sind also drei Prägebacken zur Umformung des Querschnitts in ein Reuleaux-Dreieck vorgesehen.

[0113] Der Querschnitt des Außengehäuses kann sowohl Bereiche aufweisen, die durch die geschlossenen Prägestempel bzw. Prägebacken sehr genau definiert werden und in denen die mechanischen und elektrischen Eigenschaften dominieren, als auch Bereiche, die die Bauteiltoleranzen und das Passungsspiel ausgleichen.

[0114] Anstelle von Prägebacken bzw. Prägestempeln können auch sonstige geeignet ausgelegte Press - oder Prägewerkzeuge verwendet werden.

[0115] In einer Weiterbildung kann insbesondere vorgesehen sein, dass die wenigstens zwei Prägebacken jeweils einen mittleren, eine Prägefläche ausbildenden Bereich aufweisen, deren Verlauf dem Verlauf des Um-

fangs des Querschnitts des Außengehäuses nach dem Prägen entspricht, und wobei der Verlauf der Prägebacken in den Außenbereichen um den mittleren Bereich herum jeweils nach außen zurückversetzt ist, um durch das Prägen verdrängtes Material des Außengehäuses während des Prägens aufzunehmen.

[0116] Ein hinsichtlich des mittleren Bereichs des Querschnitts der Prägebacken zurückversetzter Bereich eignet sich insbesondere, um toleranzbedingt verdrängtes Material des Außengehäuses aufzunehmen.

[0117] Der Prägestempel bzw. jede Prägebacke kann in dem mittigen Bereich somit eine Krümmung aufweisen, wobei die Krümmung der Krümmung im jeweils anliegenden Bereich des Außengehäuses am Ende des Prägevorgangs entspricht.

[0118] In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass das Außengehäuse in dem oder den Abschnitten jeweils an drei gleichmäßig entlang des Umfangs verteilten Umfangsabschnitten radial derart eingeprägt oder gewalzt wird, dass die drei auf Abstand zueinander angeordneten Umfangsabschnitte mit einem gleichen, vorzugsweise konstanten Radius und gleichen Bogenlängen ausgebildet werden, wobei zwischen jeweils zwei Umfangsabschnitten ein Ausgleichsabschnitt ausgebildet wird, welcher von den eingeprägten oder gewalzten Umfangsabschnitten verdrängtes Material aufnimmt.

[0119] Der Ausgleichsabschnitt, vorstehend auch bereits als (Ausgleichs-)Umfangsabschnitt bezeichnet, ermöglicht es, dass bei dem Präge- oder Walzvorgang verdrängtes Material ausweichen kann. Die Prägebacken bzw. Prägestempel können entsprechend gestaltet sein.

[0120] Es kann vorgesehen sein, dass alle Prägebacken in ihrem mittigen Bereich die gleiche Krümmung aufweisen, so dass Winkelsegmente mit einem gleichen, vorzugsweise konstanten und einer gleichen Bogenlänge ausgebildet werden. Der Radius muss nicht zwingend konstant sein. Hier sind auch andere Krümmungen möglich, beispielsweise kann ein elliptischer Verlauf vorgesehen sein. Ein konstanter Radius ist jedoch zu bevorzugen, um besonders gute elektrische Übertragungseigenschaften zu erreichen.

[0121] Die Prägebacken können gegebenenfalls auch derart ausgebildet sein, dass die Bogenlänge der Winkelsegmente nicht gleich lang ist. Vorzugsweise sind die Prägebacken zumindest derart angeordnet, dass diese das Außengehäuse symmetrisch prägen bzw. einpressen, so dass die Querschnittsfläche des Außengehäuses im geprägten bzw. gepressten Bereich eine symmetrische Form aufweist.

[0122] Vorzugsweise eignet sich das erfindungsgemäße Verbindungselement zur Übertragung hochfrequenter Signale. Grundsätzlich kann das Verbindungselement allerdings auch zur Übertragung niederfrequenter Signale oder zur Übertragung elektrischer Versorgungssignale verwendet werden.

[0123] Merkmale, die bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verbindungselement beschrieben wurden, sind selbstverständlich auch für die Baugruppenverbindung, die Leiterplattenanordnung und das Herstellungsverfahren vorteilhaft umsetzbar - und umgekehrt. Ferner können Vorteile, die bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verbindungselement genannt wurden, auch auf die Baugruppenverbindung, die Leiterplattenanordnung und das Herstellungsverfahren bezogen verstanden werden - und umgekehrt.

[0124] Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass Begriffe, wie "umfassend", "aufweisend" oder "mit", keine anderen Merkmale oder Schritte ausschließen. Ferner schließen Begriffe, wie "ein" oder "das", die auf eine Einzahl von Schritten oder Merkmalen hinweisen, keine Mehrzahl von Schritten oder Merkmalen aus - und umgekehrt.

[0125] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben.

[0126] Die Figuren zeigen jeweils bevorzugte Ausführungsbeispiele, in denen einzelne Merkmale der vorliegenden Erfindung in Kombination miteinander dargestellt sind. Merkmale eines Ausführungsbeispiels sind auch losgelöst von den anderen Merkmalen des gleichen Ausführungsbeispiels umsetzbar und können dementsprechend von einem Fachmann ohne Weiteres zu weiteren sinnvollen Kombinationen und Unterkombinationen mit Merkmalen anderer Ausführungsbeispiele verbunden werden.

[0127] In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0128] Es zeigen schematisch:

Figur 1 eine Leiterplattenanordnung, aufweisend eine erste Leiterplatte und eine zweite Leiterplatte sowie ein zwischen den Leiterplatten angeordnetes Verbindungselement in einer Schnittdarstellung;

Figur 2 das Außengehäuse des Verbindungselement der Figur 1 in isometrischer Darstellung;

Figur 3 den Querschnitt des Verbindungselements der Figur 1 entlang der in Figur 1 dargestellten Schnittebene III vor dem Umformen durch drei Prägebacken; und

Figur 4 den Querschnitt des Verbindungselements der Figur 1 entlang der in Figur 1 dargestellten Schnittebene III nach dem Umformen mit den drei Prägebacken.

[0129] In Figur 1 ist in einer Schnittdarstellung eine Leiterplattenanordnung 1 dargestellt. Die Leiterplattenanordnung 1 weist eine erste Leiterplatte 2 und eine zweite Leiterplatte 3 auf, die in unterschiedlichen Ebenen parallel zueinander verlaufend angeordnet sind. Im Rahmen der Erfindung können grundsätzlich aber auch noch weitere Leiterplatten vorgesehen sein.

[0130] Zwischen den Leiterplatten 2, 3 ist ein Verbin-

dungselement 4 angeordnet, um die Leiterplatten 2, 3 elektrisch miteinander zu verbinden. In Figur 1 ist aus Gründen der Übersicht ein noch nicht zusammengesteckter Zustand des Verbindungselements 4 mit den Leiterplatten 2, 3 dargestellt.

[0131] Grundsätzlich kann eine beliebige Anzahl an Verbindungselementen 4 zur elektrischen und mechanischen Verbindung der Leiterplatten 2, 3 vorgesehen sein. Das Verbindungselement kann insbesondere eine elektrische Schaltung 2.1 der ersten Leiterplatte 2 mit einer elektrischen Schaltung 3.1 der zweiten Leiterplatte 3.2 verbinden, insbesondere zur Übertragung von hochbitratigen Signalen zwischen den elektrischen Schaltungen 2.1, 3.1.

[0132] Grundsätzlich eignen sich das Verbindungselement 4 und die erfindungsgemäße Baugruppenverbindung zur mechanischen und elektrischen Verbindung zwischen beliebigen elektrischen Baugruppen, insbesondere einer ersten elektrischen Baugruppe und einer zweiten elektrischen Baugruppe. Zur Veranschaulichung ist im Ausführungsbeispiel allerdings nur die Anwendung des Verbindungselements 4 bezogen auf die Verbindung zweier Leiterplatten 2, 3 beschrieben; d. h. eine konkrete Ausführungsvariante, bei der die erste elektrische Baugruppe als erste Leiterplatte 3 und die zweite elektrische Baugruppe als zweite Leiterplatte 4 ausgebildet ist. Dies ist jedoch nicht einschränkend für die Erfindung zu verstehen.

[0133] Das Verbindungselement 4 umfasst ein starres, rohrförmiges Außengehäuse 5 aus einem elektrisch leitfähigen Material und ein in dem Außengehäuse 5 entlang einer Längsachse L des Außengehäuses 5 bzw. des Verbindungselements 4 geführtes elektrisches Kabel 6. Das elektrisch leitfähige Material des Außengehäuses 5 kann vorzugsweise nichtmagnetisch sein, insbesondere aus einem nichtmagnetischen Material bestehen. Vorzugsweise wird Messing verwendet.

[0134] Das elektrische Kabel 6 weist wenigstens einen Innenleiter 7, im Ausführungsbeispiel genau einen Innenleiter 7, und ein den Innenleiter 7 umhüllendes Dielektrikum 8 auf. Bei dem in den Ausführungsbeispielen dargestellten elektrischen Kabel 6 handelt es sich um ein konzentrisch ausgebildetes elektrisches Kabel 6, das aus genau einem Innenleiter 7 und einem einen Kabelmantel ausbildenden Dielektrikum 8 besteht. Grundsätzlich kann aber auch vorgesehen sein, dass das elektrische Kabel 6 mehrere Innenleiter 7, beispielsweise wenigstens ein Innenleiterpaar, aufweist, das vorzugsweise zur differenziellen Signalübertragung vorgesehen ist.

[0135] Das Außengehäuse 5 des Verbindungselements 4, das als Außenleiter des Verbindungselements 4 dient, weist an jedem seiner Enden einen Steckverbinder 9 zur Verbindung mit einem jeweiligen Gegensteckverbinder 10 der jeweiligen Leiterplatte 2, 3 auf. Dadurch wird auch der Innenleiter 7 mit dem Gegensteckverbinder 10 verbunden. Die Steckverbinder 9 des Verbindungselements 4 sind, wie im Ausführungsbeispiel dargestellt, vorzugsweise rund ausgebildet.

[0136] Die Steckverbinder 9 werden erfindungsgemäß dadurch ausgebildet, dass das Außengehäuse 5 an dessen Enden aufgeweitet ist bzw. einen vergrößerten Durchmesser aufweist.

[0137] In einem Beispiel, das nicht Bestandteil der Erfindung ist, können die Steckverbinder allerdings auch entfallen. Das Verbindungselement 4 kann dann ggf. auch unmittelbar in die Leiterplatten 2, 3 eingesteckt oder unter Verwendung einer beliebigen, geeigneten Verbindungstechnik, z. B. Löten oder Crimpen, mit den Leiterplatten 2, 3 verbunden sein.

[0138] Es ist vorgesehen, dass wenigstens ein Abschnitt A, im Ausführungsbeispiel genau ein Abschnitt A, des Außengehäuses 5 entlang der Längsachse L derart umgeformt ist, dass das elektrische Kabel 6 in dem Außengehäuse 5 fixiert ist. Der Abschnitt A kann sich dabei zumindest entlang 50% der Gesamtlänge des Au-ßengehäuses 5 erstrecken, vorzugsweise jedoch entlang 75% der Gesamtlänge des Außengehäuses 5, besonders bevorzugt zumindest entlang 90% der Gesamtlänge des Außengehäuses 5 und ganz besonders bevorzugt vollständig zwischen den Steckverbindern 9 des Außengehäuses 5 erstrecken, wie im Ausführungsbeispiel vorgesehen. Insbesondere wenn die Steckverbinder 9 entfallen, kann sich der Abschnitt A auch vollständig über die Gesamtlänge des Verbindungselements 4 erstrecken.

[0139] Grundsätzlich kann allerdings auch ein Umformen eines oder mehrere Abschnitte des Außengehäuses 5 in der Art von Kerben vorgesehen sein, um das elektrische Kabel 6 in dem Außengehäuse zu fixieren. Dies ist im Hinblick auf die dann verschlechterten elektrischen Eigenschaften jedoch nicht bevorzugt.

[0140] Zur weiteren Verdeutlichung zeigt Figur 2 eine isometrische Darstellung des Au-βengehäuses 5 des Verbindungselements 4 mit einer grafischen Hervorhebung des Querschnitts Q des umgeformten Abschnitts A des Außengehäuses 5. Der nach dem umformen resultierende Querschnitt Q ist ferner in Figur 4 dargestellt.

[0141] Grundsätzlich ist ein rohrförmiges Außengehäuse 5 aus einem runden, metallischen Rohling vorgesehen, wobei das Außengehäuse 5 vorzugsweise aus dem metallischen Rohling tiefgezogen, fließgepresst oder gedreht wird. Vorzugsweise wird der wenigstens eine Abschnitt A des Außengehäuses 5 anschließend derart umgeformt, dass der Querschnitt Q des Außengehäuses 5 in dem umgeformten Abschnitt A nicht mehr rund ist bzw. der Umfang nicht mehr kreisförmig verläuft (vgl. Figur 2 und Figur 4). Vorzugsweise ist der wenigstens eine Abschnitt des Außengehäuses 5 derart umgeformt, dass der Querschnitt Q des Außengehäuses 5 in dem umgeformten Abschnitt A einer Gleichdicke folgt, im Ausführungsbeispiel einem Reuleaux-Dreieck.

[0142] Hinsichtlich eines vorteilhaften Herstellungsverfahrens des Verbindungselements 4 ist vorgesehen, dass das elektrische Kabel 6, das den wenigstens einen Innenleiter 7 und das Dielektrikum 8 aufweist, entlang der Längsachse L in das Außengehäuse 5 eingeschoben

wird, vorzugsweise mit ausreichendem Pressspiel, wonach der wenigstens eine Abschnitt A des Außengehäuses 5 entlang der Längsachse L derart umgeformt wird, dass das elektrische Kabel 6 in dem Außengehäuse 5 fixiert ist.

[0143] Das Umformen des Abschnitts A des Außengehäuses 5 kann dabei beispielsweise durch Prägen und/oder Walzen (axial oder radial) erfolgen. Vorzugsweise erfolgt die Umformung durch Prägen. Die Figuren 3 und 4 zeigen zur weiteren Verdeutlichung den Querschnitt Q des Verbindungselements 4 vor dem Prägevorgang (Figur 3) und nach dem Prägevorgang (Figur 4).

[0144] Wie aus Figur 3 ersichtlich ist, ist der Außendurchmesser des elektrischen Kabels 6 für ein leichtes Einführen in das Außengehäuse 5 kleiner ausgebildet als der Innendurchmesser des Außengehäuses 5. Entsprechend ist ein Spiel zwischen dem Außengehäuse 5 und dem elektrischen Kabel 6 vorhanden.

[0145] Zur Fixierung des elektrischen Kabels 6 mittels eines vorteilhaften Prägevorgangs können zwei oder mehr Prägebacken 11 vorgesehen sein. Vorzugsweise sind drei Prägebacken 11 vorgesehen, wie im Ausführungsbeispiel dargestellt, insbesondere um den Abschnitt A derart umzuformen, dass der Querschnitt Q nach dem Umformen einer Gleichdicke, beispielsweise einem Reuleaux-Dreieck, folgt.

[0146] Die Prägefläche 12 der Prägebacken 11 kann dabei im Querschnitt in einem mittleren Bereich B_M (vgl. Figur 4) dem Verlauf des Querschnitts Q des Außengehäuses 5 nach dem Prägen entsprechen. Zur Aufnahme von durch das Prägen verdrängtem Material des Außengehäuses 5 können die Außenbereiche B_A (vgl. Figur 4) um den mittleren Bereich B_M herum jeweils nach zurückversetzt sein.

[0147] Wie sich insbesondere der Figur 4 entnehmen lässt, ist im Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass das Außengehäuse 5 an drei gleichmäßig entlang des Umfangs verteilten Umfangsabschnitten radial derart eingepresst bzw. eingeprägt oder gewalzt wird, dass die drei auf Abstand zueinander angeordneten Umfangsabschnitte mit einem gleichen und konstanten Radius und gleichen Bogenlängen ausgebildet werden. Es handelt sich hierbei um die Umfangsabschnitte des Außengehäuses 5, die durch den mittleren Bereich B_M gebildet werden. Zwischen jeweils zwei dieser Umfangsabschnitte befindet sich ein Ausgleichsabschnitt, welcher von den eingepressten bzw. eingeprägten oder gewalzten Umfangsabschnitten verdrängtes Material aufnimmt. Die Ausgleichsabschnitte befinden sich innerhalb der Winkelabschnitte der Außenbereiche B_A und werden von jeweils zwei angrenzenden Außenbereichen B_A zweier aneinander angrenzender Prägebacken 11 gebildet.

Patentansprüche

1. Verbindungselement (4) zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe (2) mit einer zweiten elektrischen Baugruppe (3), umfassend ein starres, rohrförmiges Außengehäuse (5) aus einem elektrisch leitfähigen Material und ein in dem Außengehäuse (5) entlang einer Längsachse (L) des Außengehäuses (5) geführtes elektrisches Kabel (6), wobei das elektrische Kabel (6) wenigstens einen Innenleiter (7) und ein den wenigstens einen Innenleiter (7) umhüllendes Dielektrikum (8) aufweist, und wobei wenigstens ein Abschnitt (A) des Außengehäuses (5) entlang der Längsachse (L) derart umgeformt ist, dass das elektrische Kabel (6) in dem Außengehäuse (5) fixiert ist,

   dadurch gekennzeichnet, dass
   das Außengehäuse (5) an den Enden einen Steckverbinder (9) zur Verbindung mit einem jeweiligen Gegensteckverbinder (10) einer elektrischen Baugruppe (2, 3) aufweist, und
   die Steckverbinder (9) dadurch ausgebildet werden, dass das Außengehäuse (5) an dessen Enden aufgeweitet ist.

2. Verbindungselement (4) nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   das elektrisch leitfähige Material des Außengehäuses (5) nichtmagnetisch ist, vorzugsweise aus einem nichtmagnetischen Metall, besonders bevorzugt aus Messing, gebildet ist.

3. Verbindungselement (4) nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   das elektrische Kabel (6) konzentrisch und aus genau einem Innenleiter (7) und einem Dielektrikum (8), welches den Kabelmantel bildet, ausgebildet ist.

4. Verbindungselement (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   der wenigstens eine Abschnitt (A) des Außengehäuses (5) derart umgeformt ist, dass der Querschnitt (Q) des Außengehäuses (5) in dem umgeformten Abschnitt (A) einen Umfang aufweist, der nicht kreisförmig verläuft.

5. Verbindungselement (4) nach Anspruch 4,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   der Querschnitt (Q) in dem umgeformten Abschnitt (A) zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehr gleichmäßig entlang des Umfangs verteilte Winkelsegmente mit einem gleichen Radius und/oder einer gleichen Bogenlänge aufweist.

6. Verbindungselement (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   das Außengehäuse (5) entlang genau eines zusammenhängenden Abschnitts (A) umgeformt ist, der sich vorzugsweise vollständig zwischen den Steck-

verbindern (9) des Außengehäuses (5) erstreckt.

7. Verbindungselement (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Außengehäuse (5) in dem oder den Abschnitten (A) jeweils an drei gleichmäßig entlang des Umfangs verteilten Umfangsabschnitten radial derart eingeprägt oder gewalzt ist, dass drei auf Abstand zueinander angeordnete Umfangsabschnitte mit einem gleichen Radius und/oder gleicher Bogenlänge ausgebildet sind.

8. Baugruppenverbindung zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe (2) und einer zweiten elektrischen Baugruppe (3), aufweisend ein Verbindungselement (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, und zwei Gegensteckverbinder (10), die zur Verbindung mit den Enden des Verbindungselements (4) und zur Verbindung mit jeweils einer elektrischen Baugruppe (2, 3) ausgebildet sind.

9. Leiterplattenanordnung (1), aufweisend wenigstens eine erste Leiterplatte (2) und eine zweite Leiterplatte (3), wobei die Leiterplatten (2, 3) in unterschiedlichen Ebenen parallel zueinander verlaufend angeordnet sind, und wobei zwischen den Leiterplatten (2, 3) wenigstens ein Verbindungselement (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 angeordnet ist, um die Leiterplatten (2, 3) elektrisch miteinander zu verbinden.

10. Verfahren zur Herstellung eines Verbindungselements (4) zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe (2) mit einer zweiten elektrischen Baugruppe (3), wonach ein elektrisches Kabel (6), aufweisend wenigstens einen Innenleiter (7) und ein den wenigstens einen Innenleiter (7) umhüllendes Dielektrikum (8), entlang einer Längsachse (L) in ein starres, rohrförmiges Außengehäuse (5) eingeschoben wird, wobei das Außengehäuse (5) aus einem elektrisch leitfähigen Material hergestellt wird, und wobei wenigstens ein Abschnitt (A) des Außengehäuses (5) entlang der Längsachse (L) nach dem Einschieben des elektrischen Kabels (6) derart umgeformt wird, dass das elektrische Kabel (6) in dem Außengehäuse (5) fixiert ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Außengehäuses (5) an den Enden einen Steckverbinder (9) zur Verbindung mit einem jeweiligen Gegensteckverbinder (10) einer elektrischen Baugruppe (2, 3) aufweist, und dass die Steckverbinder (9) dadurch ausgebildet werden, dass das Außengehäuse (5) an dessen Enden aufgeweitet ist.

11. Verfahren zur Herstellung eines Verbindungselements (4) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Außengehäuse (5) aus einem metallischen Rohling tiefgezogen, fließgepresst oder gedreht wird.

12. Verfahren zur Herstellung eines Verbindungselements (4) nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
der wenigstens eine Abschnitt (A) des Außengehäuses (5) durch Prägen und/oder Walzen umgeformt wird.

13. Verfahren zur Herstellung eines Verbindungselements (4) nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
der wenigstens eine Abschnitt (A) des Außengehäuses (5) durch Prägen unter Verwendung von zwei oder mehr Prägebacken (11) umgeformt wird, wobei die wenigstens zwei Prägebacken (11) jeweils einen mittleren, eine Prägefläche (12) ausbildenden Bereich (B_M) aufweisen, deren Verlauf dem Verlauf des Umfangs des Querschnitts (Q) des Außengehäuses (5) nach dem Prägen entspricht, und wobei der Verlauf der Prägebacken (11) in den Au-ßenbereichen (B_A) um den mittleren Bereich (B_M) herum jeweils nach außen zurückversetzt ist, um durch das Prägen verdrängtes Material des Außengehäuses (5) während des Prägens aufzunehmen.

14. Verfahren zur Herstellung eines Verbindungselements (4) nach einem der Ansprüche 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Außengehäuse (5) in dem oder den Abschnitten (A) jeweils an drei gleichmäßig entlang des Umfangs verteilten Umfangsabschnitten radial derart eingeprägt oder gewalzt wird, dass die drei auf Abstand zueinander angeordneten Umfangsabschnitte mit einem gleichen Radius und gleichen Bogenlängen ausgebildet werden, und wobei zwischen jeweils zwei Umfangsabschnitten ein Ausgleichsabschnitt ausgebildet wird, welcher von den eingeprägten oder gewalzten Umfangsabschnitten verdrängtes Material aufnimmt.

Claims

1. Connecting element (4) for connecting a first electrical assembly (2) to a second electrical assembly (3), comprising a rigid, tubular outer housing (5) made of an electrically conductive material and an electrical cable (6) running inside the outer housing (5) along a longitudinal axis (L) of the outer housing (5), wherein the electrical cable (6) comprises at least one inner conductor (7) and a dielectric (8) surrounding the at least one inner conductor (7), and wherein at least one segment (A) of the outer housing (5) is reshaped along the longitudinal axis (L) in such a way that the electrical cable (6) is fixed inside the outer housing (5),

characterized in that
the outer housing (5) comprises a plug-in connector (9) at the ends for connecting to a respective mating plug-in connector (10) of an electrical assembly (2, 3) and the plug-in connectors (9) are formed **in that** the ends of the outer housing (5) are widened.

2. Connecting element (4) according to claim 1,
characterized in that
the electrically conductive material of the outer housing (5) is non-magnetic, preferably formed of a non-magnetic metal, particularly preferably of brass.

3. Connecting element (4) according to claims 1 or 2,
characterized in that
the electrical cable (6) is concentric and is designed as precisely one inner conductor (7) and a dielectric (8) that forms the cable jacket.

4. Connecting element (4) according to one of claims 1 to 3,
characterized in that
the at least one segment (A) of the outer housing (5) is reshaped in such a way that the cross section (Q) of the outer housing (5) in the reshaped segment (A) has a perimeter that does not follow a circular path.

5. Connecting element (4) according to claim 4,
characterized in that
the cross section (Q) in the reshaped segment (A) comprises two, three, four, five, six or more angular segments uniformly distributed along the perimeter with a uniform radius and/or a uniform arc length.

6. Connecting element (4) according to one of claims 1 to 5,
characterized in that
the outer housing (5) is reshaped along precisely one contiguous segment (A) which preferably extends all the way between the plug-in connectors (9) of the outer housing (5).

7. Connecting element (4) according to one of claims 1 to 6,
characterized in that
the outer housing (5) is radially stamped or rolled in the segment or segments (A) in such a way that at each of three perimeter segments distributed uniformly along the perimeter, three perimeter segments arranged with a distance from one another with a uniform radius and/or uniform arc length are formed.

8. Assembly connection for connecting a first electrical assembly (2) and a second electrical assembly (3) comprising a connecting element (4) according to one of claims 1 to 7 and two mating plug-in connectors (10) that are designed for connection to the ends of the connecting element (4) and for connecting respectively to an electrical assembly (2, 3).

9. Circuit board arrangement (1) comprising at least one first circuit board (2) and a second circuit board (3), wherein the circuit boards (2, 3) are arranged running parallel to one another in different planes, and wherein between the circuit boards (2, 3), at least one connecting element (4) according to one of claims 1 to 7 is arranged in order to connect the circuit boards (2, 3) to one another electrically.

10. Method for the manufacture of a connecting element (4) for connecting a first electrical assembly (2) to a second electrical assembly (3), according to which an electrical cable (6) comprising at least one inner conductor (7) and a dielectric (8) surrounding the at least one inner conductor (7) is inserted along a longitudinal axis (L) into a rigid, tubular outer housing (5), wherein the outer housing (5) is manufactured from an electrically conductive material, and wherein at least one segment (A) of the outer housing (5) is reshaped along the longitudinal axis (L) after the insertion of the electrical cable (6) in such a way that the electrical cable (6) is fixed inside the outer housing (5),
characterized in that
the outer housing (5) comprises a plug-in connector (9) at the ends for connecting to a respective mating plug-in connector (10) of an electrical assembly (2, 3) and the plug-in connectors (9) are formed **in that** the ends of the outer housing (5) are widened.

11. Method for the manufacture of a connecting element (4) according to claim 10,
characterized in that
the outer housing (5) is deep-drawn, extruded or turned from a metal blank.

12. Method for the manufacture of a connecting element (4) according to one of claims 10 or 11,
characterized in that
the at least one segment (A) of the outer housing (5) is reshaped through stamping and/or rolling.

13. Method for the manufacture of a connecting element (4) according to claim 12,
characterized in that
the at least one segment (A) of the outer housing (5) is reshaped through stamping while using two or more stamping jaws (11), wherein the at least two stamping jaws (11) each comprise a central region (B_M) that forms a stamping surface (12), the course of which corresponds to the course of the perimeter of the cross section (Q) of the outer housing (5) after the stamping, and wherein the course of the stamping jaws (11) in the outer regions (B_A) around the central region (B_M) is in each case set back toward

the outside in order to accept material of the outer housing (5) displaced by the stamping during the stamping process.

14. Method for the manufacture of a connecting element (4) according to one of claims 12 or 13,
characterized in that
the outer housing (5) in the segment or segments (A) is radially stamped or rolled at each of three perimeter segments distributed uniformly along the perimeter in such a way that the three perimeter segments arranged at a distance from one another are formed with a uniform radius and uniform arc lengths, and wherein a compensation segment is formed between each two perimeter segments which accepts material displaced from the stamped or rolled perimeter segments.

Revendications

1. Elément raccord (4) pour le raccordement d'un premier module électrique (2) avec un deuxième module électrique (3), comprenant une enveloppe extérieure tubulaire rigide (5) d'un matériau conducteur électriquement et un câble électrique (6) guidé dans l'enveloppe extérieure (5) le long d'un axe longitudinal (L) de l'enveloppe extérieure (5), dans lequel le câble électrique (6) comporte au moins un conducteur intérieur (7) et un diélectrique (8) entourant l'au moins un conducteur intérieur (7), et dans lequel au moins une section (A) de l'enveloppe extérieure (5) est déformée le long de l'axe longitudinal (L) de sorte que le câble électrique (6) est fixé dans l'enveloppe extérieure (5),
caractérisé
en ce que l'enveloppe extérieure (5) présente aux extrémités un connecteur enfichable (9) pour le raccordement avec un connecteur enfichable homologue (10) correspondant d'un module électrique (2, 3), et que le connecteur enfichable (9) est configuré du fait que l'enveloppe extérieure (5) est évasée à ses extrémités.

2. Elément raccord (4) selon la revendication 1,
caractérisé
en ce que le matériau conducteur électriquement de l'enveloppe extérieure (5) est non magnétique, constitué de préférence d'un métal non magnétique, de façon particulièrement préférée de laiton.

3. Elément raccord (4) selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé
en ce que le câble électrique (6) est concentrique et constitué d'exactement un conducteur intérieur (7) et un diélectrique (8), lequel forme la gaine du câble.

4. Elément raccord (4) selon une des revendications 1 à 3,
caractérisé
en ce qu'au moins une section (A) de l'enveloppe extérieure (5) est déformée de sorte que la section transversale (Q) de l'enveloppe extérieure (5) présente dans la section transformée (A) une périphérie qui ne court pas de façon circulaire.

5. Elément raccord (4) selon la revendication 4,
caractérisé
en ce la section transversale (Q) dans la section (A) présente deux, trois, quatre, cinq, six segments d'angle ou davantage, répartis régulièrement le long de la périphérie avec un même rayon et/ou une même longueur d'arc.

6. Elément raccord (4) selon une des revendications 1 à 5,
caractérisé
en ce que l'enveloppe extérieure (5) est déformée le long d'exactement une section continue (A) qui se trouve de préférence entièrement entre les connecteurs enfichables (9) de l'enveloppe extérieure (5).

7. Elément raccord (4) selon une des revendications 1 à 6,
caractérisé
en ce que l'enveloppe extérieure (5) dans la ou les sections (A) est estampée ou laminée radialement au niveau de trois sections périphériques réparties régulièrement le long de la périphérie et que trois sections périphériques situées à distance les unes des autres sont configurées avec un rayon identique et/ou une longueur d'arc identique.

8. Raccord pour modules pour le raccordement d'un premier module électrique (2) et d'un deuxième module électrique (3), comprenant un élément raccord (4) selon une des revendications 1 à 7, et deux connecteurs enfichables homologues (10) qui sont configurés pour le raccordement avec les extrémités de l'élément raccord (4) et pour le raccordement avec chacun un module électrique (2, 3).

9. Dispositif de carte de circuits imprimés (1), comportant au moins une première carte de circuits imprimés (2) et une deuxième carte de circuits imprimés (3), dans lequel les cartes de circuits imprimés (2, 3) sont disposées dans des plans différents, courant parallèlement entre elles, et dans lequel entre les cartes de circuits imprimés (2, 3) est disposé au moins un élément raccord (4) selon une des revendications 1 à 7 pour raccorder les cartes de circuits imprimés (2, 3) électriquement entre elles.

10. Procédé de fabrication d'un élément raccord (4) pour le raccordement d'un premier module électrique (2) avec un deuxième module électrique (3), selon le-

quel un câble électrique (6), comportant au moins un conducteur intérieur (7) et un diélectrique (8) entourant l'au moins un conducteur intérieur (7), est inséré le long d'un axe longitudinal (L) dans une enveloppe extérieure tubulaire rigide (5), l'enveloppe extérieure (5) étant fabriquée dans un matériau conducteur électriquement et au moins une section (A) de l'enveloppe extérieure (5) étant déformée le long de l'axe longitudinal (L) après l'insertion du câble électrique (6) de sorte que le câble électrique (6) est fixé dans l'enveloppe extérieure (5),
caractérisé
en ce que l'enveloppe extérieure (5) présente aux extrémités un connecteur enfichable (9) pour le raccordement avec un connecteur enfichable homologue (10) correspondant d'un module électrique (2, 3), et que le connecteur enfichable (9) est configuré du fait que l'enveloppe extérieure (5) est évasée à ses extrémités.

11. Procédé de fabrication d'un élément raccord (4) selon la revendication 10,
caractérisé
en ce que l'enveloppe extérieure (5) est emboutie, extrudée ou tournée à partir d'une ébauche métallique.

12. Procédé de fabrication d'un élément raccord (4) selon la revendication 10 ou 11,
caractérisé
en ce qu'au moins une section (A) de l'enveloppe extérieure (5) est déformée par estampage et/ou laminage.

13. Procédé de fabrication d'un élément raccord (4) selon la revendication 12,
caractérisé
en ce qu'au moins une section (A) de l'enveloppe extérieure (5) est déformée par estampage en utilisant deux mâchoires d'estampage (11), les au moins deux mâchoires d'estampage (11) présentant chacune une zone centrale (B_M) formant une surface d'estampage (12) dont le parcours correspond au parcours de la périphérie de la section transversale (Q) de l'enveloppe extérieure (5) après l'estampage, et le parcours des mâchoires d'estampage (11) dans les zones extérieures (B_A) entourant la zone centrale (B_M) étant décalé vers l'extérieur pour récupérer pendant l'estampage le matériau de l'enveloppe extérieure (5) chassé par l'estampage.

14. Procédé de fabrication d'un élément raccord (4) selon une des revendications 12 ou 13,
caractérisé
en ce que l'enveloppe extérieure (5) dans la ou les sections (A) est estampée ou laminée radialement au niveau de trois sections périphériques réparties régulièrement le long de la périphérie et que les trois sections périphériques situées à distance les unes des autres sont configurées avec un rayon identique et des longueurs d'arc identiques, entre chacune des paires de sections périphériques étant formée une section de compensation qui récupère le matériau chassé des sections périphériques estampées ou laminées.

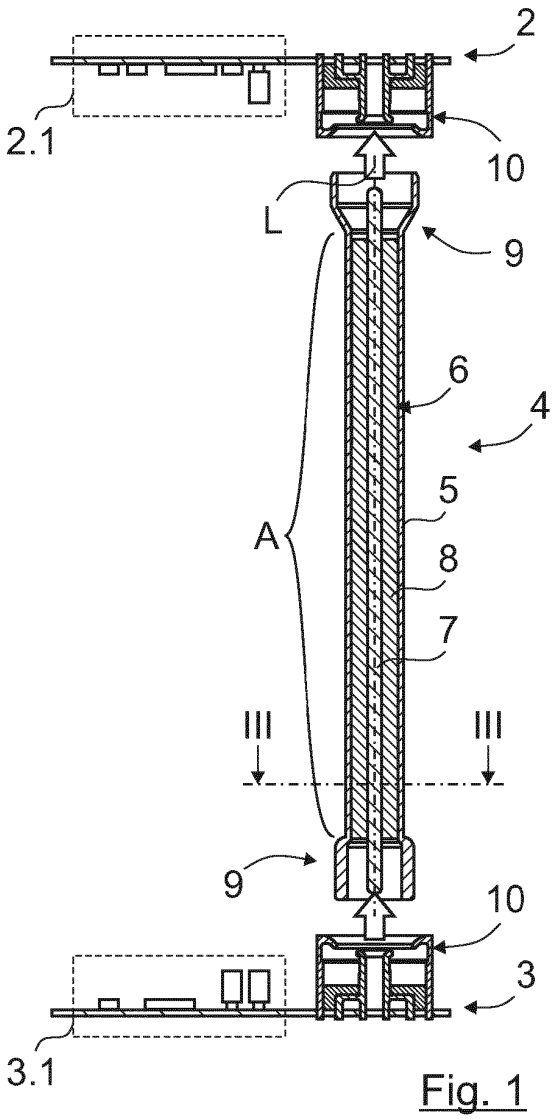
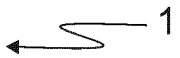


Fig. 1



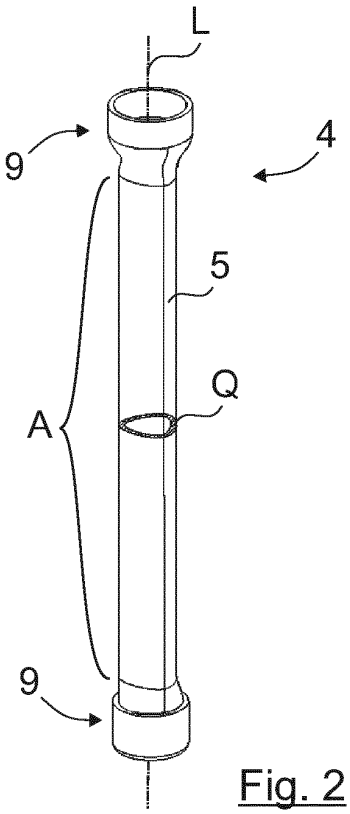


Fig. 2

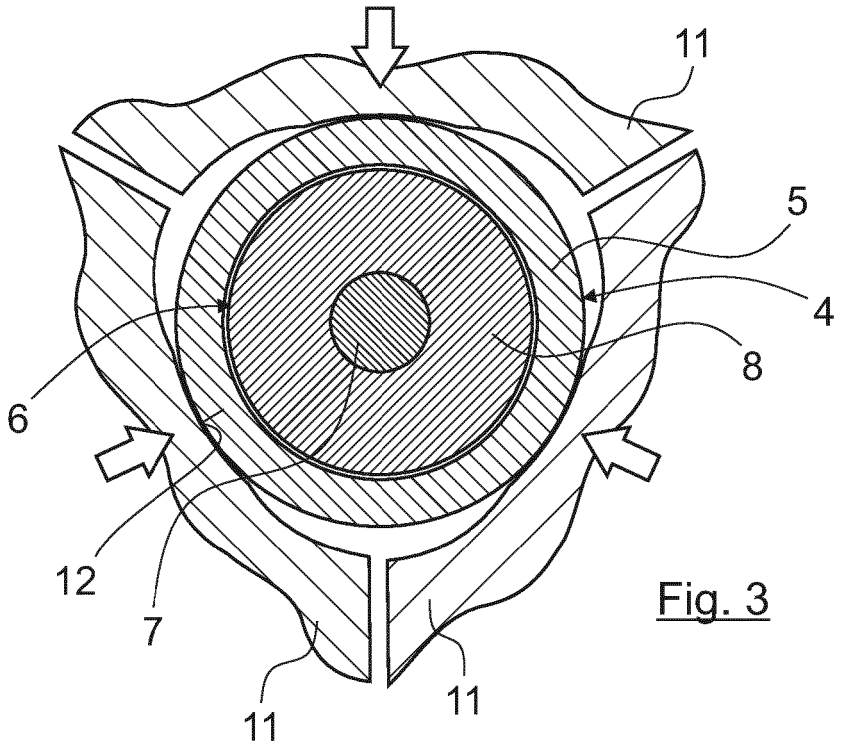


Fig. 3

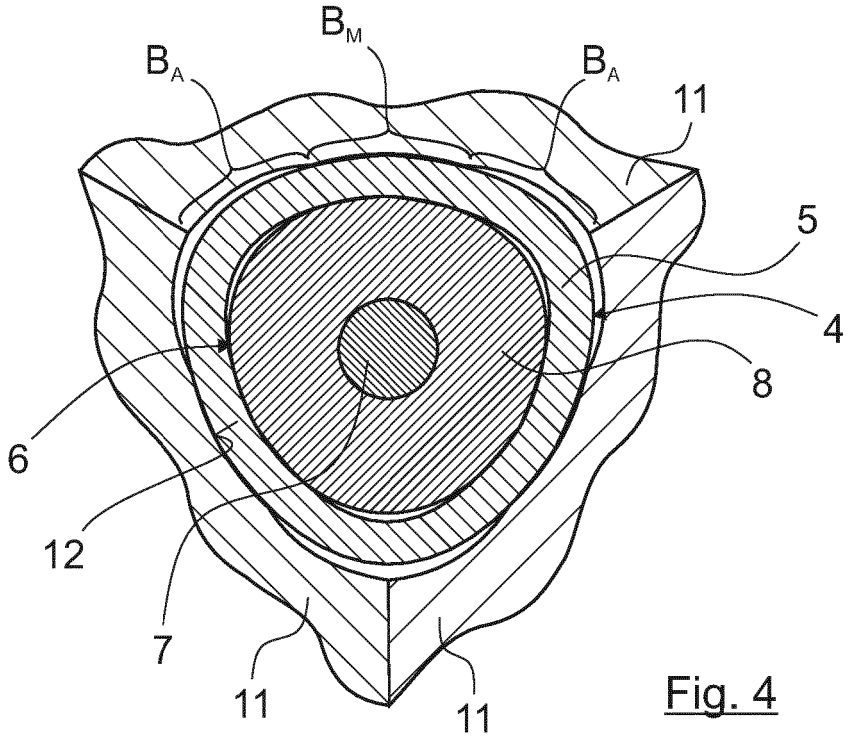


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1440834 A1 **[0010]**
- JP 2006260898 A **[0010]**
- DE 102004032474 A1 **[0010]**