



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 60 614 A1** 2004.07.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 60 614.9**
(22) Anmeldetag: **19.12.2003**
(43) Offenlegungstag: **22.07.2004**

(51) Int Cl.7: **H01R 43/048**
H01R 4/22, H01R 11/12

(30) Unionspriorität:
2002/369388 **20.12.2002** **JP**

(74) Vertreter:
Harwardt Neumann Patent- und Rechtsanwälte,
53721 Siegburg

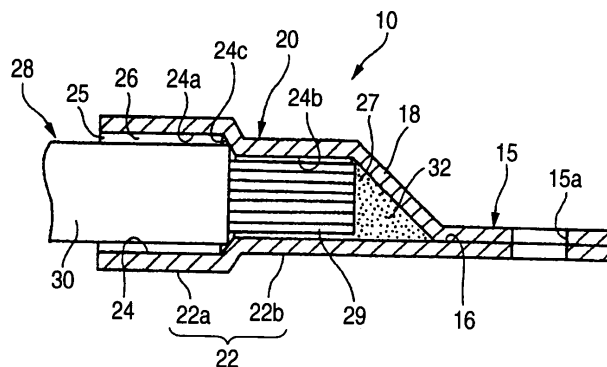
(71) Anmelder:
Yazaki Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Onuma, Masanori, Shizuoka, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Verbinden eines Verbindungselements mit einem elektrischen Kabel**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung umfasst ein Verfahren mit den folgenden Schritten: Einfüllen eines leitenden Haftmittels 32 in ein Bohrungsende 27 eines rohrförmigen Kabelverbindungsabschnitts 20 des Verbindungselements 10, das einen elektrischen Kontaktabschnitt 16 an seinem einen Ende und den Kabelverbindungsabschnitt 20 an seinem anderen Ende aufweist, Einführen eines elektrischen Kabels 28 durch eine Bohrungsöffnung 25 des Kabelverbindungsabschnitts 20 zu dem Bohrungsende 27 und gleichmäßiges Verringern des Durchmesser einer rohrförmigen Wand des Kabelverbindungsabschnitts 20, so dass das leitende Haftmittel 32 in einen Spalt des elektrischen Kontaktabschnitts 15 und/oder zwischen die Leiter 29a fließt. Die Erfindung umfasst ferner, Zusammendrücken der rohrförmigen Wand des Kabelverbindungsabschnitts 20 mittels querschnittreduzierenden Rotationsumformens. Das leitende Haftmittel ist eine Nickelpaste, bei der Nickelpulver einem flüssigen und auf Epoxidharz basierenden Bindemittel zugemischt ist. Ferner sind ein Leiterabschnitt 29 des elektrischen Kabels 28 und/oder das Verbindungselement 10 aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung basiert auf der prioritätsbegründenden japanischen Patentanmeldung Nr. 2002-369388 vom 20.12.2002, auf deren gesamten Offenbarungsgehalt hiermit Bezug genommen wird.

Hintergrund zur Erfindung

1. Anwendungsgebiet der Erfindung

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden eines Verbindungselements mit einem elektrischen Kabel, das das Verbindungselement, das beispielsweise mit einer Fahrzeugverkleidung oder einem Motorblock verbunden werden soll, mit einem elektrischen Kabel für den Massestrom verbindet.

2. Stand der Technik

[0003] Als Beispiele aus dem Stand der Technik, die diese Art von Verfahren zum Verbinden eines Verbindungselements mit einem elektrischen Kabel betreffen, sind die in **Fig. 5** und **6** dargestellten und in den japanischen Patentveröffentlichungen JP H11-86921 A und JP 2000-285983A offenbart sind, zu benennen.

[0004] Wie aus **Fig. 5** ersichtlich, wird bei einem ersten Beispiel gemäß dem Stand der Technik (siehe die japanische Patentveröffentlichung JPH11-86921 A, Seiten 2 bis 4 und **Fig. 7**) das Eindringen eines Dichtmaterials **58** in einen Kabelverbindungsabschnitt zwischen einem Leiterabschnitt **57a** und dem Verbindungselement **50** zur Erzielung einer stabilen elektrischen Verbindung verhindert, wobei das Dichtmaterial eine Einführbohrung **53**, die einen kleinen Durchmesser aufweist, in einer Hülse **52** vorgesehen ist und den Leiterabschnitt **57a** aufnimmt, dichtend abschließt.

[0005] Ein Verbindungselement **50** wird durch Einpressen einer Hülse **52** mit kleinem Durchmesser in eine Hülse **51** mit großem Durchmesser, deren Durchmesser also unterschiedlich sind, oder durch Verschweißen der beiden Hülsen **51**, **52** hergestellt. Es weist an einem Ende einen Kabelverbindungsabschnitt **55** und an dem anderen Ende einen elektrischen Kontaktabschnitt **56** auf. Beide Enden sind offen und ein elektrisches Kabel **57** wird in das Öffnungsende der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser eingeführt, während ein wasserdichtes Dichtelement **54** in das andere Öffnungsende der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser eingeführt wird.

[0006] Der Innendurchmesser der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser ist geringfügig größer als der Außendurchmesser des elektrischen Kabels **57** bemessen. Der Grenzbereich zwischen einer Isolierung **57b** und einem Leiterabschnitt **57a** wird so positioniert, dass er sich in der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser befindet. Wenn eine rohrförmige Wand der Hülse

52 mit kleinem Durchmesser radial zusammengedrückt wird, wird das elektrische Kabel **57** mit der Innenfläche der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser in engen Kontakt gebracht. Das wasserdichte Dichtelement **54** ist ein flaches elastisches Gummielement. Wenn das andere Öffnungsende der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser in Richtung der Dicke des wasserdichten Dichtelements **54** zusammengedrückt (im Querschnitt reduziert) wird, werden das elektrische Kabel **57** und die Hülse **52** mit kleinem Durchmesser, ohne dass ein Freiraum verbleibt, gehalten.

[0007] Nachfolgend wird ein Dichtmaterial **58** in eine Öffnung der Hülse **51** mit großem Durchmesser eingefüllt, so dass eine wasserdichte Verbindung an einem Verbindungsabschnitt zwischen dem elektrischen Kabel **57** und der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser erzeugt wird. Hierbei verbleibt kein Freiraum zwischen dem elektrischen Kabel **57** und der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser. Außerdem fließt das Dichtmaterial **58** nicht in die Hülse **52** mit kleinem Durchmesser.

[0008] Wie in **Fig. 6** dargestellt, bewirkt eine zweite Ausführungsform gemäß dem Stand der Technik (japanische Patentveröffentlichung JP 2000-285983A, Seiten 2 bis 3 und **Fig. 2**) eine vollständige Wasserabdichtung an einem Verbindungsabschnitt **62** eines Verbindungselements **60** dadurch, dass ein Wärmeschumpfschlauch **63** auf dem Kabelverbindungsabschnitt **62** eng anliegend sitzt.

[0009] Das Verbindungselement **60** umfasst einen elektrischen Kontaktabschnitt **61**, der als runde Platte (Öse) ausgebildet ist, und einen Kabelverbindungsabschnitt **62**, der ein vorderes und ein rückwärtiges Paar von Crimpelementen **62a**, **62b** aufweist. Der elektrische Kontaktabschnitt **61** weist eine Schraubeneinführbohrung **61a** zum Verbinden mit einer Fahrzeugkarosserie auf. Das vordere Crimpelementpaar **62a** des Kabelverbindungsabschnitts **62** wird mit einem Leiterabschnitt **65a** des elektrischen Kabels **65** vercrimpt, während das rückwärtige Crimpelementpaar **62b** mit einer Isolierung **65b** des elektrischen Kabels **65** vercrimpt wird. Auf den Kabelverbindungsabschnitt **62** wird der Wärmeschumpfschlauch **63**, der an seinem Innenumfang mit einem Haftmittel, beispielsweise einem heißschmelzenden Material, beschichtet ist, in engen Kontakt aufgebracht.

[0010] Die oben beschriebenen Verbindungsverfahren gemäß dem Stand der Technik zum Verbinden eines Verbindungselements mit dem elektrischen Kabel weisen jedoch die folgenden Probleme, die gelöst werden sollen, auf.

[0011] Bei der ersten Ausführungsform gemäß dem Stand der Technik sind für das Verbindungselement **50** eine Hülse **51** mit großem Durchmesser und eine Hülse **52** mit kleinem Durchmesser erforderlich und zum Verbinden des Verbindungselements **50** mit dem elektrischen Kabel **57** sind die Gummipatte als wasserdichtes Dichtelement **54** und das Dichtmaterial **58** notwendig, so dass die Anzahl an Bauteilen und

die Kosten dementsprechend erhöht sind.

[0012] Es ist schwierig, die geforderte Qualität der Verbindung der Hülse **51** mit großem Durchmesser mit der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser einzuhalten, da diese von dem Zusammendrücken oder dem Schweißen abhängt, weil beispielsweise der Verbindungsabschnitt, aufgrund eines zu geringen Drucks, nicht vollständig zusammengedrückt wird oder ein Fehler beim Verschweißen auftritt. Hierbei besteht die Gefahr, dass ein Teil des Dichtmaterials **58**, das durch die Öffnung der Hülse **52** mit großem Durchmesser eingefüllt wird, entweichen kann.

[0013] Da die rohrförmige Wand der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser in einem Zustand, bei dem der Grenzbereich zwischen der Isolierung **57b** und dem Leiterabschnitt **57a** sich in der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser befinden soll, wenn er zusammengedrückt wird, was schwierig zu prüfen ist, kann es vorkommen, dass der Spalt zwischen dem Leiterabschnitt **57a** und der Innenfläche der Hülse **52** mit kleinem Durchmesser nicht dicht abgeschlossen wird, so dass die Gefahr besteht, dass möglicherweise ein schlechter Kontakt hervorgerufen wird.

[0014] Bei der zweiten Ausführungsform gemäß dem Stand der Technik wird der Wärmeschrumpfschlauch **63** auf eine vorbestimmte Temperatur erwärmt, um seine Abmessungen zu verringern, so dass er den Kabelverbindungsabschnitt **62** des Verbindungselements **60** zur Erzielung der Wasserdichtigkeit und einer Isolierung einschließt. Da die Schrumpfrate von den Abmessungen und den Materialeigenschaften abhängt, müssen diese entsprechend ausgewählt werden. Es kann also das Problem auftreten, dass die Verbindung nur unzureichend erzielt wird.

[0015] Wenn ein Wärmeschrumpfschlauch **62** mit einem heißschmelzenden Material als Haftmittel an der Innenfläche verwendet wird, kann in folge des Erwärmens des Kabelverbindungsabschnitts **62**, um den Haftvermittler zum Schmelzen zu bringen (die Erweichungstemperatur beträgt ungefähr 80°C), die Gefahr bestehen, dass die Wasserabdichtungseigenschaft des Wärmeschrumpfschlauches **63** zerstört wird. Insbesondere beim Verbinden eines elektrischen Aluminiumkabels mit dem Verbindungselement **60** kann der Kontaktwiderstand dadurch erhöht werden, dass sich eine Oxidationsschicht bildet. Dadurch besteht die Gefahr, dass der Verbindungsabschnitt so hoch erhitzt wird, dass der heißschmelzende Haftverbinder zum Schmelzen gebracht wird.

Zusammenfassung der Erfindung

[0016] Hinsichtlich der oben beschriebenen Probleme ist es dementsprechend Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Verbinden eines Verbindungselements mit einem elektrischen Kabel bereitzustellen, das eine Abdichtung des Kabelverbindungsabschnitts mit einer geringeren Anzahl an Bauteilen und kostengünstig eine stabile elektrische Leitfähigkeit

gewährleistet.

[0017] Gelöst wird diese Aufgabe gemäß Anspruch 1 durch ein Verfahren zum Verbinden eines Verbindungselements mit einem elektrischen Kabel, wobei das Verbindungselement einen elektrischen Kontaktabschnitt an seinem einen Ende und einen rohrförmigen Kabelverbindungsabschnitt an seinem anderen Ende aufweist, folgende Schritte umfassend Einfüllen eines leitenden Haftmittels in ein Bohrungsende des Kabelverbindungsabschnitts, Einführen des elektrischen Kabels von einer Bohrungsöffnung des Kabelverbindungsabschnitts aus zu dem Bohrungsende, und gleichmäßiges Zusammendrücken einer Wand eines rohrförmigen Abschnitts des Kabelverbindungsabschnitts, wobei das leitende Haftmittel in einen Spalt des elektrischen Kontaktabschnitts und/oder zwischen die Leiter des elektrischen Kabels gedrückt wird.

[0018] Gelöst wird die Aufgabe erfindungsgemäß nach Anspruch 5 auch durch eine Verbindungsanordnung mit einem Verbindungselement und einem elektrischen Kabel, umfassend ein Verbindungselement, das einen elektrischen Kontaktabschnitt an seinem einen Ende und einen rohrförmigen Kabelverbindungsabschnitt an seinem anderen Ende aufweist, und ein Kabel, das in den Kabelverbindungsabschnitt eingeführt ist, wobei in ein Bohrungsende des Kabelverbindungsabschnitts ein leitendes Haftmittel eingefüllt ist, und wobei das leitende Haftmittel einen Spalt des elektrischen Kontaktabschnitts und/oder zwischen den Leitern des elektrischen Kabels im angepressten Zustand des Kabelverbindungsabschnitts zumindest teilweise füllt.

[0019] Bei der oben beschriebenen Verbindungsanordnung fließt das leitende Haftmittel in einen Spalt am Kontaktabschnitt oder in die Freiräume zwischen die Leiter des elektrischen Kabels aufgrund der Kraft, die aufgebracht wird, wenn die rohrförmige Wand zusammengedrückt wird. Wenn das leitende Haftmittel in den Spalt des elektrischen Kontaktabschnitts fließt, wird dieser durch das leitende Haftmittel geschlossen, so dass verhindert wird, dass Wasser von außen in den Kabelverbindungsabschnitt eindringt. Wenn das leitende Haftmittel zwischen die Leiter fließt, ist der Kontaktwiderstand zwischen den so verbundenen Leitern gering, so dass die elektrische Leitfähigkeit erhöht ist.

[0020] In Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 2 erfolgt ein Zusammendrücken der rohrförmigen Wand des Kabelverbindungsabschnitts mittels querschnittsreduzierenden Rotationsumformens.

[0021] Dabei werden mehrere Formwerkzeuge, die radial beweglich in Rotationsumformvorrichtung angeordnet sind, in radialer Richtung zusammen mit Hämmern bewegt, so dass die Wand des rohrförmigen Abschnitts des Verbindungselements gehämmert wird, so dass diese Wand über den gesamten

Umfang zusammengedrückt wird und das Verbindungselement mit dem elektrischen Kabel in engen Kontakt stehend verbunden ist. Es entsteht dabei zwischen dem Verbindungselement und dem elektrischen Kabel kein Freiraum, so dass die Wasserdichtigkeit als auch die elektrische Leitfähigkeit zwischen dem Verbindungselement und dem elektrischen Kabel verbessert werden.

[0022] Die Ausgestaltung gemäß Anspruch 3 ist dadurch gekennzeichnet, dass das leitende Haftmittel eine Nickelpaste ist, bei der Nickelpulver einem flüssigen und auf Epoxidharz basierenden Bindemittel zugemischt ist.

[0023] Da ein in Wärme aushärtendes Epoxidharz als Bindemittel verwendet wird, ist die Härtezeit kurz, so dass die Verarbeitung des Verbindungselements mit dem elektrischen Kabel verbessert ist. Da die Aushärtung irreversibel ist, wird die Wasserdichtigkeit über einen langen Zeitraum aufrecht erhalten. Da das Nickelpulver leitend ist, ist die elektrische Leitfähigkeit zwischen dem Leiterabschnitt und dem Kabelverbindungsabschnitt zufriedenstellend.

[0024] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist gemäß Anspruch 4 vorgesehen, dass ein Leiterabschnitt des elektrischen Kabels und/oder das Verbindungselement aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellt sind.

[0025] Bei der oben beschriebenen Verbindungsanordnung kann, da die Nickelpaste und die Aluminiumlegierung sich mit einem geringen Kontaktwiderstand kontaktieren, eine zufriedenstellende elektrische Leitfähigkeit erzielt werden. Wenn die rohrförmige Wand des Kabelverbindungsabschnitts zusammengedrückt wird, können, da das Nickelpulver als leitender Füller der Nickelpaste eine amorphe Oxidationsschicht der Aluminiumlegierung durchbrechen kann, so dass das Nickelpulver das Grundmaterial der Aluminiumlegierung direkt kontaktiert, das Verbindungselement und das elektrische Kabel, ohne dass eine Vorbehandlung zum Entfernen der Oxidationsschicht ausgeführt werden muss, miteinander verbunden werden. Wenn ein elektrisches Kabel aus Aluminium verwendet wird, wird ferner das Gewicht eines Fahrzeugs, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs, im Verhältnis zur Verwendung eines elektrischen Kupferkabels, verringert.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0026] **Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht zur Erläuterung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Verbinden eines Verbindungselements mit einem elektrischen Kabel vor dem Verbinden der Bauteile.

[0027] **Fig. 2** ist ein Vertikallängsschnitt, der einen Zustand darstellt, bei dem das elektrische Aluminiumkabel in das Masseverbindungselement eingeführt ist, jedoch vor dem Ausführen des querschnittsreduzierenden Rotationsumformens.

[0028] **Fig. 3** ist eine Vorderansicht der Rotati-

onsumformvorrichtung zum Zusammendrücken der rohrförmigen Wand des Masseverbindungselements, das in **Fig. 1** dargestellt ist.

[0029] **Fig. 4** ist ein Längsschnitt, der einen Zustand darstellt, bei dem das elektrische Aluminiumkabel in das Masseverbindungselement eingeführt ist und das querschnittsreduzierende Rotationsumformen bereits ausgeführt ist.

[0030] **Fig. 5** ist ein Längsschnitt eines Verbindungselements mit dem elektrischen Kabel zur Erläuterung eines ersten Beispiels eines Verbindungsverfahrens gemäß dem Stand der Technik und

[0031] **Fig. 6** ist eine Draufsicht eines Verbindungselements mit einem elektrischen Kabel zur Erläuterung eines zweiten Beispiels eines Verbindungsverfahrens gemäß dem Stand der Technik.

[0032] Spezifische Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen Nachfolgend werden Ausführungsformen gemäß der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen im Detail beschrieben.

[0033] Die **Fig. 1** bis **4** zeigen eine erste Ausführungsform des Verfahrens zum Verbinden eines Verbindungselements mit einem elektrischen Kabel.

[0034] **Fig. 1** zeigt ein Masseverbindungselement (Verbindungselement), das aus einer Aluminiumlegierung hergestellt ist, und ein elektrisch leitendes Aluminiumkabel (Kabel) **28**, das mit dem Masseverbindungselement verbunden werden soll. Ein Massestrom fließt in dem elektrischen Kabel **28** zu einer Fahrzeugverkleidung oder zu einem Motorblock (beide sind nicht dargestellt) über das Verbindungselement **10**.

[0035] Das Kabel **28** besteht aus einem Leiterabschnitt **29**, der aus mehreren Leiterdrähten **29a** aufgebaut ist, und einer Isolierung **30**, die den Umfang des Leiterabschnitts **29** abdeckt. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der Leiterabschnitt **29** aus einer Aluminiumlegierung hergestellt. Die Erfindung ist jedoch nicht auf die Leiterabschnitte **29** aus Aluminiumlegierungen begrenzt, sondern diese können auch aus Aluminium, allgemein Kupfer oder einer Kupferlegierung bestehen. Werden Aluminium (Al) oder eine Aluminiumlegierung anstelle von Kupfer oder einer Kupferlegierung verwendet, reduziert sich das spezifische Gewicht auf ein Drittel, so dass das Gewicht eines Fahrzeugs oder Automobils verringert wird.

[0036] Die Isolierung **30** ist aus einem synthetischen Harzwerkstoff, beispielsweise Polypropylen, hergestellt, der einen sehr guten Wärmewiderstand aufweist. Als Harzwerkstoffe, die verwendet werden können, bieten sich Materialien an, denen Kunststoffe (Polyvinylchloridharz) hinzugefügt sind oder die damit vernetzt sind (Polyvinylchloridharz oder Polyethylenharz).

[0037] Das Masseverbindungselement **10** weist den plattenförmigen elektrischen Kontaktabschnitt **15** an einem Ende eines Rohlings auf, der durch Ablängen von einem länglichen Rohrrohling aus einer Al-Legie-

zung erzielt wird. Er weist den Kabelverbindungsabschnitt **20** an dem anderen Ende auf. Der elektrische Kontaktabschnitt **15** und der Kabelverbindungsabschnitt **20** sind durch einen Verbindungsabschnitt **18** miteinander verbunden.

[0038] Der elektrische Kontaktabschnitt **15** wird durch abschnittsweises Umformen des Rohlings zu einer Platte hergestellt, wobei ein Spalt **16** im mittleren Abschnitt verbleibt. Der elektrische Kontaktabschnitt **15** ist zentral mit einer Schraubendurchtrittsbohrung **15a** versehen, in die eine Spannschraube (nicht dargestellt) eingeführt wird, mit der das Masseverbindungselement **10** mit einer Fahrzeugverkleidung oder einem Motorblock verbunden werden kann.

[0039] Der elektrische Kontaktabschnitt **15** ist bei dieser Ausführungsform als Öse gestaltet. Die Erfindung ist jedoch nicht auf eine solche Gestaltung beschränkt. Es können andere Formen gewählt werden, beispielsweise ein Steckbuchsenkontaktabschnitt, der rohrförmig ausgebildet ist, um einen zugehörigen elektrischen Steckerstift aufzunehmen. Auch ein runder Steckerstift kann vorgesehen werden, der durch spanende Formgebung hergestellt ist, wobei der elektrische Kontaktabschnitt mit dem Kabelverbindungsabschnitt mittels einer zentralen Abtrennung verbunden wird und der elektrische Kontaktabschnitt im Inneren mit einer Feder versehen ist. Wenn der zugehörige elektrische Kontaktabschnitt eingeführt wird, beaufschlagt die Feder den elektrischen Kontaktabschnitt und beide elektrischen Kontaktabschnitte sind miteinander elektrisch verbunden.

[0040] Der Kabelverbindungsabschnitt **20** weist eine gestufte Rohrform auf, wobei ein Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser an einem Ende ausgebildet ist und ein Abschnitt **22b** mit kleinem Durchmesser einstückig an den Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser anschließt. Eine Einführbohrung **24** in dem Kabelverbindungsabschnitt **20** dient zum Einführen des elektrischen Kabels **28**. Der Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser und der Abschnitt **22b** mit kleinem Durchmesser sind koaxial zueinander angeordnet. Der Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser wird durch Aufweiten des Durchmessers der Bohrung des Rohlings durch ein Rohraufweitungsverfahren hergestellt.

[0041] Als Rohraufweitungsverfahren kommen verschiedene Aufweitungsverfahren oder Expansionsverfahren in Betracht. Das Rohr wird beispielsweise durch axiales Einpressen eines Stempels in die Bohrung des Rohrrohlings oder durch Aufbringen eines Öldrucks auf die Innenfläche des Rohrs durch eine Ölpressvorrichtung aufgeweitet.

[0042] Abhängig von dem gewählten Aufweitungsverfahren kann der Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser dickenmäßig kleiner als der Abschnitt **22b** mit kleinem Durchmesser **22b** ausgebildet sein. Wenn die Wand **22** des Kabelverbindungsabschnitts **20** einem querschnittsreduzierenden Rotationsumformen

mittels Formwerkzeugen mit einer Stufenform unterzogen wird, kann der Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser leichter zusammengedrückt werden als der Abschnitt **22b** mit kleinem Durchmesser, so dass die Isolierung **30** eng mit dem Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser in Kontakt steht (eng an dem Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser haftet).

[0043] Fig. 2 ist ein Längsschnitt, der einen Zustand darstellt, bei dem das elektrische Kabel **28** in das Masseverbindungselement **10** eingeführt ist, bevor das querschnittsreduzierende Rotationsumformen ausgeführt wird. Die Einführbohrung **24** für das elektrische Kabel weist einen Bohrungsabschnitt **24b** mit kleinem Durchmesser und einen Bohrungsabschnitt **24a** mit großem Durchmesser auf und ist insgesamt als sogenannte Blindbohrung ausgebildet. Es wird daher verhindert, dass das elektrische Kabel **28**, das von der Bohrungsöffnung **25** aus eingeführt wird, in Einführrichtung heraustreten kann.

[0044] Der Innendurchmesser des Bohrungsabschnitts **24b** mit kleinem Durchmesser ist gleich oder geringfügig größer als der Außendurchmesser des Leiterabschnitts **29**, da, wenn der Innendurchmesser des Bohrungsabschnitts **24b** mit kleinem Durchmesser kleiner wäre als der Außendurchmesser des Leiterabschnitts **29**, der Leiterabschnitt **29** nicht in den Bohrungsabschnitt **24b** mit kleinem Durchmesser eingeführt werden könnte. Der Innendurchmesser des großen Bohrungsabschnitts **24a** ist größer als der Außendurchmesser der Isolierung **30**, da, wenn der Innendurchmesser des großen Bohrungsabschnitts **24a** gleich oder kleiner als der Außendurchmesser der Isolierung **30** wäre, Luft nicht entweichen kann, wenn das querschnittsreduzierende Rotationsumformen ausgeführt wird. Die Wand **22** des Kabelverbindungsabschnitts **20** könnte dann nicht zusammengedrückt werden. Da die Isolierung **30** aus einem weichen Harz, das einen sehr guten Widerstand aufweist, hergestellt ist, wird, wenn die rohrförmige Wand querschnittsreduzierend rotationsumgeformt (zusammengedrückt) wird, der Spalt **26** der Bohrungsöffnung **25** perfekt geschlossen.

[0045] Die Bohrungslänge (Bohrungstiefe) des Bohrungsabschnitts **24b** mit kleinem Durchmesser ist gleich groß oder größer als eine freigelegte Länge des Leiterabschnitts **29**, da, wenn sie kürzer als die freigelegte Länge des Leiterabschnitts **29** wäre, die Kontaktfläche des Leiterabschnitts **29** mit dem Bohrungsabschnitt **24b** mit kleinem Durchmesser verkleinert würde, so dass die elektrische Leitfähigkeit verringert wird. Die Bohrungslänge des Bohrungsabschnitts **24a** mit großem Durchmesser wird so ausgebildet, dass die Isolierung **30** eng gehalten wird und das Kabel **28** nicht nach hinten heraustreten kann.

[0046] Von dem elektrischen Kabel **28**, das in die Einführbohrung **24** des Kabelverbindungsabschnitts **20** eingeführt wird, wird der Leiterabschnitt **29** in dem Abschnitt **22b** mit kleinem Durchmesser aufgenommen. Die Isolierung **30** wird in dem Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser aufgenommen und kontaktiert

ein Ende des Stufenabschnitts **24c** der Einführbohrung **24**, so dass das elektrische Kabel **28** in Einführbohrung positioniert wird.

[0047] Der Verbindungsabschnitt **18**, der zwischen dem elektrischen Kontaktabschnitt **15** und dem Kabelverbindungsabschnitt **20** angeordnet ist, ist verjüngend ausgebildet.

[0048] Ein rückwärtiges Ende des Verbindungsabschnitts **18** stellt das innere Ende der Einführbohrung **24** für das elektrische Kabel **28** dar. Ein vorderes Ende des Leiterabschnitts **29** liegt der Rückseite des Verbindungsabschnitts **18** gegenüber, so dass nur ein kleiner Freiraum verbleibt. Der Freiraum bildet einen Aufnahmeraum für eine Nickelpaste (leitendes Haftmittel) **32**, das als gegen Wasser abdichtendes Dichtelement dient. Diese Nickelpaste **32** schließt den Freiraum **16** an einer Naht des elektrischen Kontaktabschnitts **15** ab.

[0049] Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Masseverbindungselement **10**, das den Rohrrohling umfasst, an einem Ende den durch Umformen aus einem Abschnitt des Rohrrohlings hergestellten (flachgedrückten) plattenförmigen elektrischen Kontaktabschnitt **15** und an dem anderen Ende den Kabelverbindungsabschnitt **20**, der aus dem Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser und dem Abschnitt **22b** mit kleinem Durchmesser gebildet ist und die gestufte Einführbohrung **24** für das elektrische Kabel aufweist, umfasst, wobei die Nickelpaste **21** in das Bohrungsende **27** der Einführbohrung **24** für das elektrische Kabel **28** zum Abschließen des Spalts **16**, der mit dem elektrischen Kontaktabschnitt **15** in Verbindung steht, eingefüllt wird. Das elektrische Kabel **28** wird in das Bohrungsende **27** von der Bohrungsöffnung **25** der Einführbohrung **24** her eingeführt, und der Abschnitt **22a** des Kabelverbindungsabschnitts **20** mit dem großem Durchmesser und der Abschnitt **22b** mit dem kleinen Durchmesser werden durch querschnittsreduzierendes Rotationsumformen radial verformt, so dass die Nickelpaste **32** in den Freiraum **16** des elektrischen Kontaktabschnitts **15** und zwischen die Leiter **29a** fließen kann.

[0050] Das Masseverbindungselement **10** ist einstückig aus dem Rohrrohling geformt, so dass es daher nicht notwendig ist, Rohrabschnitte zu verbinden, die sich hinsichtlich des äußeren Durchmessers beim Stand der Technik (siehe **Fig. 6**) unterscheiden, so dass die Herstellung des Masseverbindungselements **10** daher sehr einfach ist. Da die gegen Wasser abdichtende Nickelpaste **32** in das Bohrungsende **27** der Einführbohrung **24** für das elektrische Kabel eingefüllt wird, das auf dem Leiterabschnitt **29** des elektrischen Kabels **28** angeordnet ist, fließt, wenn die Wand **22** des Kabelverbindungsabschnitts zusammengedrückt wird, die Nickelpaste **32** entlang der Bohrungsöffnung **25** und des Bohrungsende **27** der Einführbohrung **24** und ferner zwischen die Leiter **29a**. Auch dann, wenn ein rundes Stiftverbindungselement oder eine Steckbuchse als Kontaktabschnitte

vorgesehen sein sollten, wird die Nickelpaste in die Einführbohrung für das elektrische Kabel, die als Blindbohrung gestaltet ist, eingefüllt und fließt in den Freiraum zwischen der Isolierung und Wandung der Einführbohrung und zwischen die Leiter.

[0051] Die Nickelpaste **32** fließt in den Spalt **26** zwischen der Isolierung **30** und der Wandung der Einführbohrung **24** für das elektrische Kabel. Die Nickelpaste **32** fließt in den Spalt **16** zu der Naht des elektrischen Kontaktabschnitts **15** und zwischen die Leiter **29a**, so dass der Freiraum **16** abgeschlossen und verhindert wird, dass Wasser in die Einführbohrung **24** eindringen kann. Wenn die Nickelpaste **32** zwischen die Leiter **29a** des Leiterabschnitts **29** fließt, wird ferner der Kontaktwiderstand der verbundenen Leiter verringert und die elektrische Leitfähigkeit verbessert.

[0052] Die Wand **22** des rohrförmigen Kabelverbindungsabschnitts **20** mit dem Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser wird auf der Isolierung **30** und der Abschnitt **22b** mit kleinem Durchmesser auf dem Leiterabschnitt **29** angeordnet. Wenn die Wand **22** des Kabelverbindungsabschnitts **20** durch querschnittsreduzierendes Rotationsumformen zusammengedrückt wird, wird das elektrische Kabel **28** mit der Innenfläche der Einführbohrung **24** eng in Kontakt gebracht und die Bohrungsöffnung **25** der Einführbohrung **24** wird so abgeschlossen, dass verhindert wird, dass Wasser entlang des elektrischen Kabels **28** in die Einführbohrung **24** eindringen kann.

[0053] Durch Einfüllen der Nickelpaste in die Einführbohrung und durch radiales Zusammendrücken der Wand **22** des Kabelverbindungsabschnitts **20** ist es daher möglich, beide Spalte **16**, **26** nahe der Bohrungsöffnung **25** und zum Bohrungsende **27** der Einführbohrung **25** hin ohne eine Erhöhung der Anzahl an Bauteilen abzuschließen und die elektrische Leitfähigkeit zwischen dem Masseverbindungselement **10** und dem elektrischen Kabel **28** über einen langen Zeitraum und ohne dass die Gefahr von Korrosion gegeben ist, aufrechtzuerhalten.

[0054] Wenn das elektrische Kabel **28** aus Aluminium mit dem Masseverbindungselement **10**, das aus der Aluminiumlegierung hergestellt ist, durch Nutzung der Nickelpaste **32** verbunden wird, durchbricht das Nickelpulver als leitender Füller die amorphe Oxidationsschicht der Aluminiumlegierung infolge des Drucks (einer Kraft), der bei dem querschnittsreduzierenden Rotationsumformen erzeugt wird, so dass das Nickelpulver unmittelbar mit der reinen Oberfläche der Aluminiumlegierung in Kontakt tritt. Das elektrische Kabel **28** aus Aluminium und das Masseverbindungselement **20** können daher, ohne dass eine Vorbehandlung zum Entfernen solcher Schichten auf der Aluminiumlegierung (beispielsweise durch alkalisches Ätzen mittels einer wässrigen Lösung aus Ätznatron, Neutralisieren mittels einer wässrigen Lösung aus Salpetersäure oder Waschen mit Wasser und Trocknen) erforderlich ist, verbunden werden.

[0055] Die Nickelpaste **32** ist eine Mischung aus Ni-

ckelpulver, einem Bindemittel aus der Gruppe flüssiger Epoxidharze, dem das Nickelpulver zugemischt wird, und einem Haftmittel, das in Wärme aushärtet und dessen Aushärtung irreversible ist. Aufgrund der Aushärtung unter Wärmeeinwirkung ist die Härtezeit kurz, so dass der Arbeitsschritt des Verbindens des Masseverbindungselements **10** mit dem elektrischen Kabel **28** aus Aluminium günstig ist. Beispielsweise beträgt die Aushärtezeit ungefähr 30 Minuten bei einer Erwärmungstemperatur von 85°C und beträgt ungefähr 1 Minute bei einer Erwärmungstemperatur von 120°C. Da die Aushärtung irreversibel ist, ist ein Erweichen schwierig und die Nickelpaste bewirkt den gewünschten Wärmewiderstand und die gewünschte Wasserdichtigkeit.

[0056] Die Nickelpaste **32** ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kontaktwiderstand zu der Aluminiumlegierung gering ist. Der Kontaktwiderstand einer Silberpaste zu der Aluminiumlegierung beträgt ungefähr 6000 mΩ und der Kontaktwiderstand einer Goldpaste zu der Aluminiumlegierung beträgt ungefähr 1200 mΩ, während der Kontaktwiderstand der Nickelpaste zu der Aluminiumlegierung ungefähr 200 mΩ beträgt. Es wird angenommen, dass die Aktivierungsenergie der metallischen Verbindung des Aluminiums mit dem Nickel hoch ist.

[0057] Nachfolgend erfolgt eine Erläuterung des querschnittsreduzierenden Rotationsumformens (Rotationsschmiedeverfahren) durch radiales Verformen der Wand **22** des Masseverbindungselements **10** über den gesamten Umfang durch eine gleichmäßige Radialkraft anhand von **Fig. 3** im Detail.

[0058] Die eine Querschnittsreduzierung bewirkende Rotationsumformvorrichtung **35** umfasst ein Spindeltriebssystem, das eine Spindel **36** in Rotation versetzt, wodurch die Formwerkzeuge **37** und die Hämmer **38** ebenfalls in Drehung versetzt werden. Innerhalb der Spindel **36** sind die Formwerkzeuge **37** und die Hämmer **38** radial beweglich gehalten und kontaktieren einander. Bei dieser Ausführungsform sind zwei Paare mit jeweils diametral angeordneten Formwerkzeugen **37**, **37** vorgesehen. Im Zentrum der Spindel **36** wird das zu bearbeitende Masseverbindungselement **10** mit dem davon aufgenommenen Kabel als Ausgangsprodukt angeordnet. Es wird durch die Innenflächen der Formwerkzeuge **37** gehalten.

[0059] Die Innenflächen der Formwerkzeuge **37** sind gestuft ausgebildet, so dass ein gleichzeitiges Pressen (Rotationsumformen) des Abschnitts **22b** mit kleinem Durchmesser und des Abschnitts **22a** mit großem Durchmesser des Masseverbindungselements **10** erfolgen kann. Verglichen mit dem Fall, dass der Abschnitt **22b** mit kleinem Durchmesser und der Abschnitt **22a** mit großem Durchmesser individuell rotationsumgeformt (zusammengedrückt) werden, können daher die Bearbeitungszeit verkürzt und die Effizienz erhöht werden.

[0060] Der Hammer **38**, der an der Außenseite (in radialer Richtung außen) des Formwerkzeugs **37** an-

geordnet ist, ist von dem Formwerkzeug **37** getrennt, wird jedoch in einer Pfeilrichtung zusammen mit dem Formwerkzeug **37** in Drehung versetzt und wird in Richtung des Radius (zum Mittelpunkt hin) bewegt. Das Formwerkzeug **37** und der Hammer **38** werden beispielsweise durch eine Schraube gesichert. Der Hammer **38** ist allgemeiner Bestandteil der Vorrichtung und nur das Formwerkzeug **37** wird an den jeweiligen Anwendungsfall, d.h. Durchmesser angepasst. Das Formwerkzeug **37** und der Hammer **38** können andererseits einstückig ausgebildet sein. Das Bewegen in Richtung des Radius erfolgt über den Kontakt der Hämmer **38** mit den Führungsrollen **39**.

[0061] Der äußere Umfang jedes Hammers **38** umfasst eine Nockenfläche **38a**. Die Nockenfläche **38a** ist nicht mit einem bestimmten Krümmungsradius ausgebildet. Sie ist als zentral bezüglich seines Umfangs einen radial nach außen vorragender Abschnitt ausgebildet. Wenn der rotierende Hammer **38** die Führungsrolle **39** kontaktausgebildet. Wenn der rotierende Hammer **38** die Führungsrolle **39** kontaktiert, wird der Hammer **38** durch die Führungsrolle **39** in Richtung des Radius um ein Maß, das gleich der Höhe des zentralen Vorsprungs ist, radial nach innen bewegt, womit auch das Formwerkzeug **37** radial nach innen bewegt wird.

[0062] Die Führungsrollen **39** sind um 90° gleichmäßig auf dem Umfang beabstandet angeordnet und können rotieren. Bei der Ausführungsform sind vier Führungsrollen **39**, entsprechend der Anzahl der Formwerkzeuge **37**, vorgesehen. Es können aber auch acht vorgesehen werden.

[0063] Ferner werden ein gepresster Zustand und ein nicht gepresster Zustand, die aufgrund der relativen Positionen der Formwerkzeuge **37** und der Führungsrollen **39** erzielt werden, beschrieben. Wenn die Spindel **36** durch einen (nicht dargestellten) Motor in Drehung versetzt wird, rotieren auch die Formwerkzeuge **37** und die Hämmer **38**. Die Führungsrollen **39** rotieren gleichzeitig um sich. Die Hämmer **38**, die radial außerhalb des Formwerkzeugs **37** angeordnet sind, kontaktieren die Führungsrollen **39**. Wenn die Nockenfläche **38a** der Hämmer **38** zu der Führungsrolle **39** in Kontakt gelangt, drückt die Innenfläche jedes Hammers **38** auf das zugehörige Formwerkzeug **37**, so dass dieses radial nach innen verlagert wird und die Wand **22** des rohrförmigen Masseverbindungselements **10** durch die Innenfläche des Formwerkzeugs **37** hämmernd beaufschlagt wird, so dass sich insgesamt eine Querschnittsreduzierung ergibt.

[0064] Wenn der Hammer **38** die Führungsrolle **39** nicht kontaktiert, befindet er sich aufgrund der auf ihn einwirkenden Zentrifugalkraft in einer geringfügig radial nach außen verlagerten Position, so dass das Formwerkzeug **37** von dem Masseverbindungselement **10** getrennt ist und kein Hämmern durch das Formwerkzeug **37** erfolgt. Wenn die Hämmer **38** die Führungsrolle **39** wieder kontaktieren, wird der oben beschriebene Schritt wiederholt. Die Wand **22** des

rohrförmigen Masseverbindungselements **10** wird durch die identischen Hämmerkräfte über den gesamten Umfang gleichmäßig den Querschnitt reduzierend rotationsumgeformt, so dass das Masseverbindungselement **10** und das Kabel **28** eng anliegend miteinander verbunden werden. Wenn gewährleistet ist, dass das Masseverbindungselement **10** und der Leiterabschnitt **28** an dem Abschnitt **22b** mit kleinem Durchmesser eng aneinander haften, ist ein Auftreten von Oxidationsschichten an den Aluminiumlegierungen verhindert, so dass ein Kontakt mit einem geringen Kontaktwiderstand erreicht wird.

[0065] **Fig. 4** zeigt einen Längsschnitt des Masseverbindungselements **10** mit dem elektrischen Kabel **28**, nachdem das querschnittsreduzierende Rotationsumformen ausgeführt wurde. Der große Bohrungsabschnitt **24a** und der Bohrungsabschnitt **24b** mit kleinem Durchmesser sind in radialer Richtung verringert, bleiben jedoch zueinander koaxial ausgerichtet. Bei dem großen Bohrungsabschnitt **24a** der Einführbohrung **24** für das Kabel **28** haftet die Isolierung **30** eng an der Innenfläche der Bohrung. Bei dem Bohrungsabschnitt **24b** mit kleinem Durchmesser haftet der Leiterabschnitt **29** eng an der Innenfläche der Bohrung, so dass die Nickelpaste in dem Bohrungsende **27** der Einführbohrung **24** verbleibt und der Spalt **16** am Bohrungsende **27** abgeschlossen ist.

[0066] Obwohl bei der Ausführungsform eine Nickelpaste **32** als leitendes Haftmittel verwendet wird, kann für ein Kabel **28** oder ein Masseverbindungselement **10**, das aus einer Aluminiumlegierung hergestellt ist, auch eine Kohlenstoffpaste mit geringem Kontaktwiderstand verwendet werden. Für ein elektrisches Kabel oder ein Masseverbindungselement, das aus einer Kupferlegierung hergestellt ist, kann eine Silberpaste mit geringem Kontaktwiderstand verwendet werden.

[0067] Wie oben beschrieben, werden erfindungsgemäß das leitende Haftmittel in das Bohrungsende des Leiterabschnitts eingefüllt, dann das elektrische Kabel eingeführt und danach die rohrförmige Wand gleichmäßig querschnittsreduzierend rotationsumgeformt (zusammengedrückt), wobei das leitende Haftmittel in den zum Leiterverbindungsabschnitt hin vorhandenen Spalt aufgrund des Drucks fließt, so dass der Freiraum von dem leitenden Haftmittel verschlossen wird und verhindert, dass Wasser von außen eindringen kann. Die Wasserdichtigkeit kann also an dem Kabelverbindungsabschnitt ohne ein zusätzliches Dichtelement erreicht werden, so dass die Anzahl an Bauteilen und die Kosten verringert werden können. Das leitende Haftmittel fließt ferner zwischen die Leiter, so dass der Kontaktwiderstand zwischen den Leitern verringert und die elektrische Leitfähigkeit verbessert werden.

[0068] Bei der Ausgestaltung der Erfindung wird durch das Rotationsumformen die Wand des rohrförmigen Kabelverbindungsabschnitts über den gesamten Umfang mit einer gleichmäßigen Kraft beauf-

schlagt, so dass das Verbindungselement und das elektrische Kabel miteinander eng in Kontakt gebracht werden. Hierdurch wird gewährleistet, dass kein Freiraum zwischen dem Verbindungselement und dem elektrischen Kabel verbleibt, so dass die Wasserdichtigkeit und die elektrische Leitfähigkeit des Kabelverbindungsabschnitts verbessert werden. [0069] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird, da ein Epoxidharz verwendet wird, das in Wärme ausgehärtet wird, die Härtezeit verkürzt, so dass die Prozesszeit zur Verbindung des Verbindungselements mit dem elektrischen Kabel verringert wird. Da das Epoxidharz, wenn es einmal ausgehärtet ist, praktisch nicht mehr zu erweichen ist, ist gewährleistet, dass die elektrische Leitfähigkeit über einen langen Zeitraum aufrechterhalten bleibt. Das Nickelpulver ist leitend und die elektrische Leitfähigkeit zwischen dem Leiterabschnitt und dem Kabelverbindungsabschnitt ist daher gut.

[0070] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kontaktiert die Nickelpaste die Aluminiumlegierung mit einem geringen Kontaktwiderstand, so dass eine zufriedenstellende elektrische Leitfähigkeit erzielt wird. Da das Nickelpulver die Oxidationsschicht der Aluminiumlegierung durchbricht und den Untergrund direkt kontaktiert, können das Verbindungselement und das elektrische Kabel, ohne dass eine Vorbehandlung zum Entfernen der Oxidationsschicht ausgeführt werden muss, verbunden werden, so dass der Fertigungsprozess verbessert wird. Wenn ein Kabel aus Aluminium verwendet wird, wird ferner das Gewicht eines Fahrzeugs, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs, verringert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden eines Verbindungselements (**10**) mit einem elektrischen Kabel (**28**), wobei das Verbindungselement (**10**) einen elektrischen Kontaktabschnitt (**15**) an seinem einen Ende und einen rohrförmigen Kabelverbindungsabschnitt (**20**) an seinem anderen Ende aufweist, folgende Schritte umfassend
Einfüllen eines leitenden Haftmittels (**32**) in ein Bohrungsende (**27**) des Kabelverbindungsabschnitts (**20**),
Einführen des elektrischen Kabels (**28**) von einer Bohrungsöffnung (**25**) des Kabelverbindungsabschnitts (**20**) aus zu dem Bohrungsende (**27**),
und
gleichmäßiges Zusammendrücken einer Wand (**22**) eines rohrförmigen Abschnitts (**24**) des Kabelverbindungsabschnitts (**20**), wobei das leitende Haftmittel (**32**) in einen Spalt (**16**) des elektrischen Kontaktabschnitts (**15**) und/ oder zwischen die Leiter (**29a**) des elektrischen Kabels (**28**) gedrückt wird.

2. Verfahren zum Verbinden eines Verbindungselements (**10**) mit einem elektrischen Kabel (**28**) gemäß Anspruch 1, wobei das Zusammendrücken der

rohrförmigen Wand (22) des Kabelverbindungsabschnitts (20) mittels querschnittsreduzierenden Rotationsumformens erfolgt.

3. Verfahren zum Verbinden eines Verbindungselements (10) mit einem elektrischen Kabel (28) gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das leitende Haftmittel eine Nickelpaste (32) ist, bei der Nickelpulver einem flüssigen und auf Epoxidharz basierenden Bindemittel zugemischt ist.

4. Verfahren zum Verbinden eines Verbindungselements (10) mit einem elektrischen Kabel (28) gemäß Anspruch 1, wobei ein Leiterabschnitt (29) des elektrischen Kabels (28) und/oder das Verbindungselement (10) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellt sind.

5. Verbindungsanordnung mit einem Verbindungselement (10) und einem elektrischen Kabel (28), umfassend ein Verbindungselement (10), das einen elektrischen Kontaktabschnitt (15) an seinem einen Ende und einen rohrförmigen Kabelverbindungsabschnitt (20) an seinem anderen Ende aufweist, und ein Kabel (28), das in den Kabelverbindungsabschnitt (20) eingeführt ist, wobei in ein Bohrungsende (27) des Kabelverbindungsabschnitts (20) ein leitendes Haftmittel (32) eingefüllt ist, und wobei das leitende Haftmittel (27) einen Spalt (16) des elektrischen Kontaktabschnitts (15) und/oder zwischen den Leitern (29a) des elektrischen Kabels (28) im angepressten Zustand des Kabelverbindungsabschnitts (20) zumindest teilweise füllt.

6. Verbindungsanordnung gemäß Anspruch 5, wobei der Kabelverbindungsabschnitt (20) mittels querschnittsreduzierenden Rotationsumformens angedrückt ist.

7. Verbindungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 5 oder 6, wobei das leitende Haftmittel eine Nickelpaste (32) ist, bei der Nickelpulver einem flüssigen und auf Epoxidharz basierenden Bindemittel zugemischt ist.

8. Verbindungsanordnung gemäß Anspruch 5, wobei ein Leiterabschnitt (29) des elektrischen Kabels (28) und/oder das Verbindungselement (10) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellt sind.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

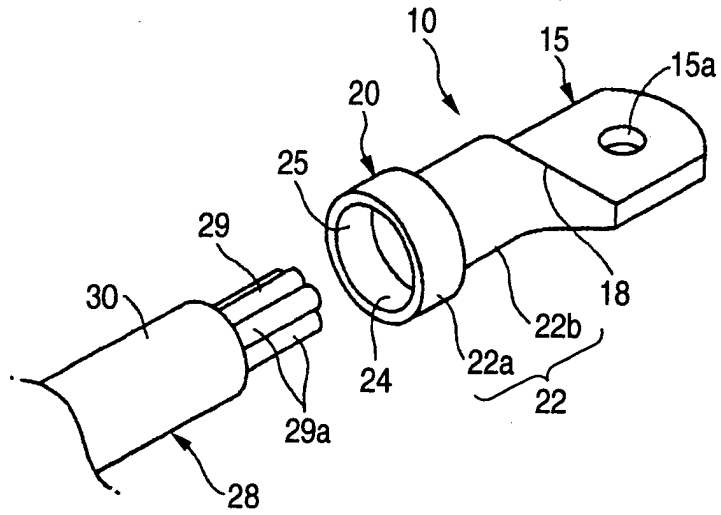


FIG. 2

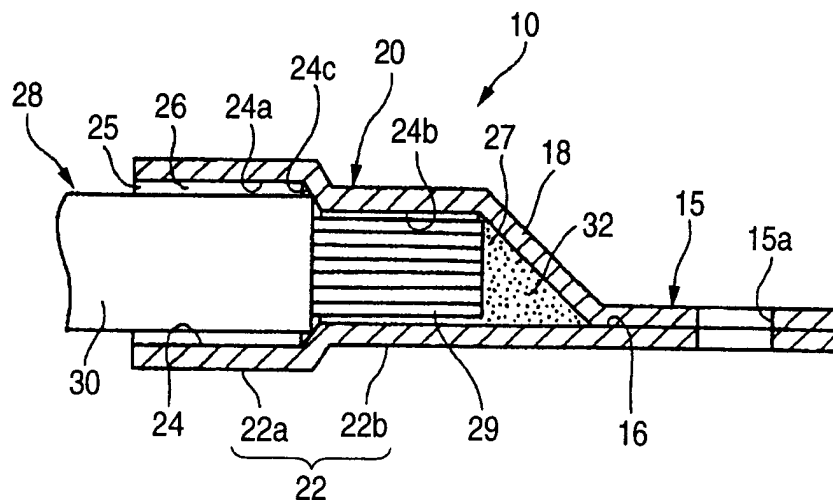


FIG. 3

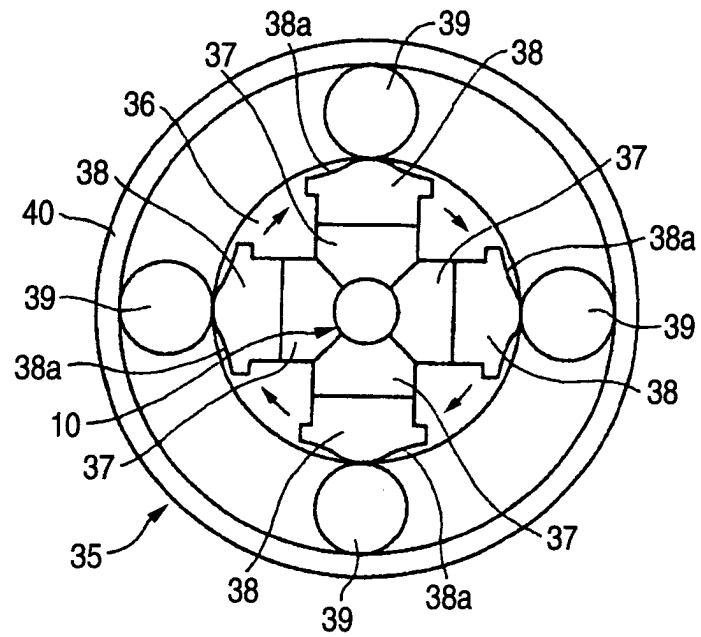


FIG. 4

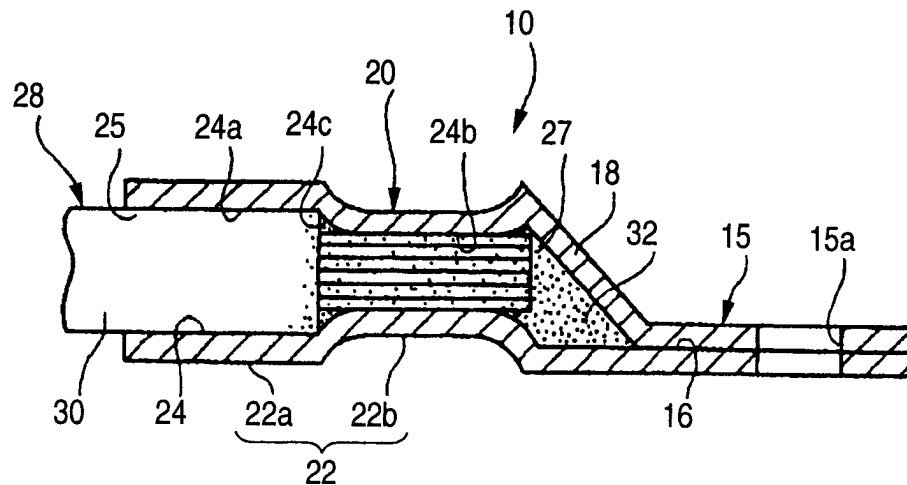
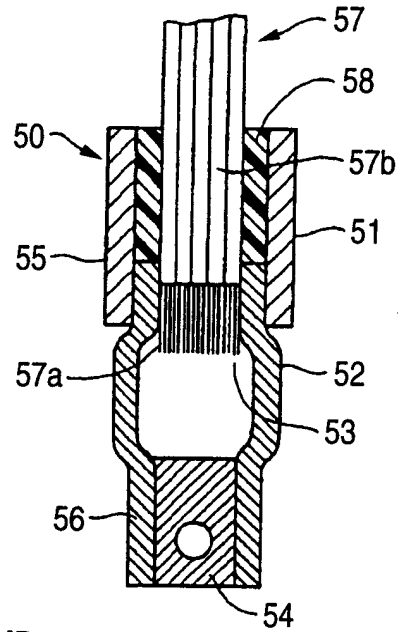


FIG. 5



**STAND
DER
TECHNIK**

FIG. 6

