



(10) **DE 10 2016 217 516 A1** 2018.03.15

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 217 516.5**

(22) Anmeldetag: **14.09.2016**

(43) Offenlegungstag: **15.03.2018**

(51) Int Cl.: **H01R 39/34 (2006.01)**  
**H02K 13/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**SEG Automotive Germany GmbH, 70499  
Stuttgart, DE**

(74) Vertreter:

**Dehns Germany, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:

**Rodriguez Fernandez, José Luis, Ramales  
Cantabria, ES; De Renzi, Vincenzo, 71636  
Ludwigsburg, DE; Usle Ateca, Ivan, Muriedas, ES;  
Urbano Coin, Jose Antonio, 70806 Kornwestheim,  
DE; Deponte, Rene, 74372 Sersheim, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

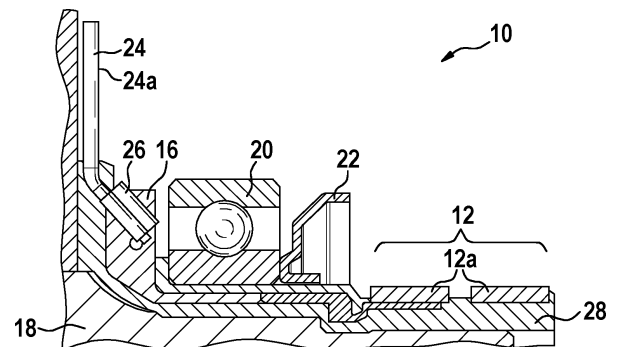
DE	38 38 436	A1
DE	10 2013 200 794	A1
DE	81 35 880	U1
US	2015 / 0 180 187	A1
US	2 806 215	A
EP	2 053 706	A2

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Elektrischer Rotor und Verfahren zur Bereitstellung eines elektrischen Kontakts zwischen einer Rotorwicklung und einer Kontaktfahne**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen elektrischen Rotor (10), aufweisend eine Rotorwicklung (14) mit einem elektrischen Leiter (24) aus einem ersten elektrisch leitfähigen Material; eine Kontaktfahne (16) einer Schleifringanordnung (12), wobei die Kontaktfahne (16) aus einem von dem ersten elektrischen Material verschiedenen zweiten elektrisch leitfähigen Material besteht; ein Kontaktierelement (26), welches dazu ausgelegt ist, einen elektrischen Kontakt zwischen dem elektrischen Leiter (24) der Rotorwicklung (14) und der Kontaktfahne (16) herzustellen; wobei das Kontaktierelement (26) dazu ausgelegt ist, über eine erste Kontaktfläche (26b) einen elektrischen Kontakt zu dem elektrischen Leiter (24) der Rotorwicklung (14) herzustellen und über eine zweite Kontaktfläche (26c) einen elektrischen Kontakt zu der Kontaktfahne (16) herzustellen, wobei das Kontaktierelement (26) zumindest an der ersten Kontaktfläche (26b) ein von dem ersten elektrischen Material verschiedenes drittes elektrisch leitfähiges Material aufweist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektrischen Rotor und ein Verfahren zur Bereitstellung eines elektrischen Kontakts zwischen einer Rotorwicklung und einer Kontaktfahne des Rotors. Die Erfindung findet somit insbesondere im Bereich von Elektromotoren und Drehstromgeneratoren, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, Anwendung.

### Stand der Technik

**[0002]** Elektrische Rotoren werden in Stromgeneratoren, wie etwa in Drehstromgeneratoren, oder auch in Elektromotoren verwendet. Sog. fremderregte Rotoren weisen dabei jeweils zumindest eine Rotorerregerwicklung auf, welche zum Bestromen mit einer Schleifringanordnung elektrisch verbunden wird. Herkömmlicherweise sind sowohl die elektrische Wicklung des Rotors, d.h. die Rotorwicklung, als auch die Schleifringanordnung bzw. der Kommutator aus Kupfer ausgebildet. Diese können auf effiziente Weise elektrisch miteinander kontaktiert werden, beispielsweise durch Löten, Widerstandsschweißen und/oder durch Ultraschallschweißen.

**[0003]** Beispielsweise ist in der Druckschrift DE 38 38 436 A1 ein herkömmlicher Drehstromgenerator offenbart, bei welchem die Rotorerregerwicklung und die Verbindungsleitungen durch Punktschweißen miteinander elektrisch kontaktiert sind.

**[0004]** Allerdings ist es aus Kostengründen oftmals wünschenswert, als Wicklungsdrähte für die Rotorwicklung nicht Drähte aus Kupfer, sondern Drähte aus kostengünstigeren Metallen zu verwenden, beispielsweise aus Aluminium. Um diese sodann mit den anderweitigen Komponenten, wie etwa der Schleifringanordnung aus Kupfer zu verbinden, sind oftmals aufwendige Verfahren nötig, um die Kontaktstelle zwischen Kupfer und anderen Metallen, beispielsweise Aluminium, vor Korrosion zu schützen. Dies erfordert oftmals einen erheblichen Herstellungsaufwand und erhöht somit die Herstellungskosten. Im Stand der Technik sind verschiedene Lösungsansätze bekannt, um dennoch eine geeignete Verbindung zwischen Kupfer- und Aluminium-Drähten herzustellen.

**[0005]** Die Druckschrift US 2 806 215 A offenbart beispielsweise eine Presshülse aus Aluminium, welche dazu ausgelegt ist, an ein abisoliertes Ende eines Aluminiumdrahtes angepresst zu werden, wobei zur Verbindung des Aluminiumdrahtes bzw. der Presshülse mit einem Kupferdraht an die Presshülse ein Ringabschnitt aus Kupfer angeschweißt wird.

**[0006]** Die Druckschrift DE 10 2013 200 794 A1 offenbart ein Kontaktiererelement zur Bereitstellung eines elektrischen Kontakts zu einer elektrischen Ma-

schine. Dabei ist das Kontaktiererelement aus einer Mehrstoffverbindung aus zwei unterschiedlichen, leitfähigen Materialien gebildet, um eine Wicklungsanordnung aus einem vom Kommutatorhaken unterschiedlichen Material stoffverträglich mit dem Kommutatorhaken zu verbinden. Das Kontaktiererelement weist einen ersten Verbindungsabschnitt aus dem gleichen Material wie die Wicklungsanordnung zur Verbindung mit der Wicklungsanordnung und einen zweiten Verbindungsabschnitt aus dem gleichen Material wie der Kommutatorhaken zur Verbindung mit dem Kommutatorhaken auf.

### Offenbarung der Erfindung

**[0007]** Erfindungsgemäß werden ein elektrischer Rotor und ein Verfahren zur Bereitstellung eines elektrischen Kontakts zwischen einem elektrischen Leiter einer Rotorwicklung und einer Kontaktfahne einer Schleifringanordnung mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vorgeschlagen. Vorteilhaftere Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

**[0008]** Im Rahmen der Erfindung wird vorgeschlagen, den elektrischen Leiter aus einem ersten elektrisch leitfähigen Material, insbesondere Aluminium aufweisend, mit der Kontaktfahne aus einem von dem ersten elektrischen Material verschiedenen zweiten elektrisch leitfähigen Material, insbesondere Kupfer aufweisend, mittels eines dazwischen angeordneten Kontaktiererelements zu verbinden, welches zumindest an der Kontaktfläche zu dem elektrischen Leiter ein von dem ersten elektrischen Material verschiedenes drittes elektrisch leitfähiges Material, insbesondere Zinn aufweisend, aufweist, um so eine Korrosion durch einen Kontakt des ersten mit dem zweiten Material zu verhindern.

**[0009]** Die Erfindung bietet dabei den Vorteil, dass auf einfache Weise elektrische Leiter aus verschiedenen Metallen miteinander elektrisch kontaktiert werden können. Dies ermöglicht insbesondere, eine Rotorwicklung eines Generators aus Aluminium mit einer Schleifringanordnung aus Kupfer korrosionsschutz zu verbinden.

**[0010]** Durch die vorgeschlagene Erfindung kann die Rotorwicklung mittels eines sogenannten "kalten" Kontakts mit der Kontaktfahne der Schleifringanordnung elektrisch kontaktiert werden. Dies bedeutet, dass mindestens an einer Kontaktfläche insbesondere kein Schweißen und/oder Löten unterschiedlicher Materialien bzw. Metalle zur elektrischen Kontaktierung erforderlich ist. Insbesondere ist es nicht erforderlich, einen der beiden oder beide elektrische Leiter, d.h. das Ende der Rotorwicklung und/oder die Kontaktfahne, anzuschmelzen, um sich mit dem jeweils anderen elektrischen Leiter zu verbinden. Auf



zugsweise als Zahnung und/oder Serration ausgebildet oder weist eine solche auf. Insbesondere ist die reliefartige Strukturierung derart ausgebildet, dass sie sich beim Zusammenpressen des Kontaktiererelements in einen im Kontaktiererelement befindlichen Leiter zumindest teilweise hineinscheiden bzw. hineinquetschen bzw. hineinfressen kann. Die Relieftiefe, also die Länge der Erhebungen der Strukturierung von der ersten Kontaktfläche, ist dabei vorzugsweise derart ausgebildet, dass diese auch eventuell am ersten elektrischen Leiter ausgebildete Isolierungen und/oder Lackbeschichtungen zumindest stellenweise durchdringen kann und darüber hinaus zumindest stellenweise in den elektrisch leitenden Teil bzw. Kern des elektrischen Leiters der Rotorwicklung eindringen kann. Beispielsweise ist es vorteilhaft, die Relieftiefe größer als die Dicke einer Isolations- oder Lackschicht des elektrischen Leiters auszubilden. Vorzugsweise weist die Relieftiefe von zumindest 1 mm, bevorzugt zumindest 2 mm, weiter bevorzugt zumindest 3 mm, noch weiter bevorzugt zumindest 4 mm, am meisten bevorzugt zumindest 5 mm auf.

**[0019]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird somit ein elektrischer Rotor mit einem an zumindest einer Kontaktfläche beschichteten Kontaktiererelement bereitgestellt, um eine Rotorwicklung aus Aluminium mit einer Kontaktfahne aus Kupfer zu verbinden. Dadurch kann zwischen dem Kontaktiererelement und der Rotorwicklung an der ersten Kontaktfläche eine kalte Kontaktstelle ohne direkten Aluminium-Kupfer-Kontakt bereitgestellt werden, während die zweite Kontaktfläche des Kontaktiererelements mit der Kontaktfahne der Schleifringanordnung wie herkömmlich verlötet oder verschweißt werden kann.

**[0020]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

**[0021]** Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0022]** Fig. 1 zeigt eine schematische Längsschnittsdarstellung einer herkömmlichen Kontaktierung eines herkömmlichen Rotors mit einer Schleifringanordnung;

**[0023]** Fig. 2 zeigt eine schematische Längsschnittsdarstellung einer Kontaktierung eines erfindungsgemäßen Rotors mittels eines Kontaktiererelements;

**[0024]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines offenen Kontaktiererelements gemäß einer bevorzugten Ausführungsform;

**[0025]** Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines geschlossenen Kontaktiererelements gemäß einer bevorzugten Ausführungsform;

**[0026]** Fig. 5 zeigt eine Profildarstellung der reliefartigen Strukturierung eines offenen Kontaktiererelements gemäß einer bevorzugten Ausführungsform.

#### Ausführungsformen der Erfindung

**[0027]** Fig. 1 zeigt eine schematische Längsschnittsdarstellung einer herkömmlichen Kontaktierung eines herkömmlichen Rotors **10** eines Generators mit einer Schleifringanordnung **12** bzw. Schleifringbaugruppe. Der Rotor **10** weist dabei als Rotorwicklung **14** einen Kupferdraht mit einer umgebenden Lackisolierung **14a** auf und ist als Kupferlackdraht ausgebildet. Gemäß dem herkömmlichen Ausführungsbeispiel ist ein Ende **14b** des Kupferdrahtes bzw. der Rotorwicklung **14** abisoliert und erstreckt sich in einen Schweißbereich **16a** einer Kontaktfahne **16**. Die Kontaktfahne **16** ist dabei ebenfalls als Kupfer ausgebildet und im Schweißbereich **16a** verzinkt, um ein Verschweißen des abisolierten Endes **14b** des Kupferdrahtes **14** mit der Kontaktfahne **16** im Schweißbereich **16a** zu ermöglichen bzw. zu erleichtern. Beispielsweise kann dies mittels Widerstandsschweißen und/oder Ultraschallschweißen erfolgen.

**[0028]** Die Kontaktfahne **16** ist dabei mit einer Welle **18** verbunden und führt die elektrische Verbindung der Rotorwicklung **14** unter einem Kugellager **20** und unter einer Schleuderscheibe **22** hindurch. Jenseits des Kugellagers **20** und der Schleuderscheibe **22** ist die Kontaktfahne **16** mit der Schleifringbaugruppe **12** verbunden bzw. kontaktiert. Die beiden Enden **14b** der Rotorwicklung **14** sind dabei separat mittels jeweils einer Kontaktfahne **16** an jeweils einen separaten Schleifring **12a** kontaktiert. Die Kontaktfahne **16** ist dabei in eine Pressmasse **28** aus isolierendem Material eingebettet.

**[0029]** Da gemäß dem gezeigten herkömmlichen Ausführungsbeispiel sämtliche elektrischen Leiter und leitfähigen Komponenten aus Kupfer ausgebildet sind, können diese miteinander auf herkömmliche Weise verschweißt werden, ohne dabei ein erhöhtes Maß an Korrosionsanfälligkeit zu verursachen.

**[0030]** Fig. 2 zeigt eine schematische ausschnittshafte Längsschnittsdarstellung einer Kontaktierung eines erfindungsgemäßen Rotors **10** gemäß einer bevorzugten Ausführungsform mit einer Schleifringanordnung **12** mittels eines Kontaktiererelements **26**. Dabei ist eine Rotorwicklung **24** aus einem Aluminiumdraht als erstes elektrisch leitfähiges Material mit um-

gebender Isolierung **24a** als Aluminiumlackdraht ausgebildet. Die Rotorwicklung **24** ist dabei mittels eines erfindungsgemäßen Kontaktiererelements **26** gemäß einer bevorzugten Ausführungsform mit einer Kontaktfahne **16** aus Kupfer als zweites elektrisch leitfähiges Material verbunden. Das Kontaktiererelement **26** weist dabei einen Kontaktiererelementkörper **26a** aus Kupfer auf, der ein Ende der Rotorwicklung **24** umschließt. Das Kontaktiererelement **26** ist an einer ersten Kontaktfläche zu dem Aluminiumlackdraht mit Zinn als drittes elektrisch leitfähiges Material beschichtet.

**[0031]** Dabei erfolgt die Verbindung zwischen dem Kontaktiererelement **26** und dem Ende der Rotorwicklung **24** als "kalter" Kontakt durch mechanisches Pressen bzw. Quetschen an der Innenseite als erste Kontaktfläche, während eine vorzugsweise ebenfalls verzinnte Außenseite des Kontaktiererelements **26** als zweite Kontaktfläche mit einem vorzugsweise ebenfalls verzinnnten Schweißbereich **16a** der Kontaktfahne **16** verschweißt ist.

**[0032]** Auf diese Weise wird zwischen Aluminium und verzinntem Kupfer eine kalte Kontaktstelle ohne direkten Aluminium-Kupfer-Kontakt hergestellt, während zwischen Kupfer und Kupfer auf herkömmliche Verbindungsmethoden, wie Schweißen und/oder Löten zurückgegriffen werden kann. Ein Abisolieren des Endes der Rotorwicklung **24** ist bei Verwendung des Kontaktiererelements **26** nicht erforderlich, da das Kontaktiererelement gemäß der gezeigten Ausführungsform die den Aluminiumdraht umgebende Isolierschicht **24a** zumindest stellenweise durchdringen kann.

**[0033]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines offenen Kontaktiererelements **26** gemäß einer bevorzugten Ausführungsform, welches nach Art eines Crimps ausgebildet ist. Das Kontaktiererelement **26** ist aus Kupfer ausgestaltet und mit Zinn beschichtet. Die Rotorwicklung **24** aus Aluminium kann in das Kontaktiererelement **26** derart als erster elektrischer Leiter eingeführt werden, dass die erste Kontaktfläche **26b** des Kontaktiererelements **26** der Rotorwicklung **24** zugewandt ist. Die reliefartige Strukturierung **30** ist in der gezeigten schematischen Darstellung nicht erkennbar (siehe Fig. 5).

**[0034]** Fig. 4 zeigt das Kontaktiererelement **26** aus Fig. 3 in einem geschlossenen Zustand, d.h. nachdem es mittels eines geeigneten Werkzeugs zusammengepresst bzw. zusammengequetscht wurde. Sodann umschließt das Kontaktiererelement **26** die Rotorwicklung **24** und stellt über die mit Zinn beschichtete erste Kontaktfläche einen elektrischen Kontakt zwischen dem elektrisch leitfähigen, aus Kupfer ausgebildeten Kontaktiererelement **26** und dem innerhalb der Isolierung **24a** eingebetteten Aluminiumdrahts der Rotorwicklung **24** her.

**[0035]** Fig. 5 zeigt eine beispielhafte Schnittansicht einer reliefartigen Strukturierung **30** an der ersten Kontaktfläche des Kontaktiererelementkörpers **26a** bzw. Kontaktiererelements **26** gemäß einer bevorzugten Ausführungsform. Dabei ist insbesondere die gezahnte Ausgestaltung zu erkennen, welche ein Durchdringen durch eine gegebenenfalls vorhandene Isolierschicht **24a** um den ersten elektrischen Leiter und ein Eindringen in den ersten elektrischen Leiter ermöglicht. Beispielsweise können insbesondere für unterschiedlich ausgestaltete erste elektrische Leiter bzw. für Leiter mit unterschiedlichen Isolierungen auch andere reliefartige Strukturierungen **30**, beispielsweise mit größeren oder kleineren Zähnen, ausgebildet sein.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 3838436 A1 [0003]
- US 2806215 A [0005]
- DE 102013200794 A1 [0006]

## Patentansprüche

1. Elektrischer Rotor (10), aufweisend:

- eine Rotorwicklung (14) mit einem elektrischen Leiter (24) aus einem ersten elektrisch leitfähigen Material;
  - eine Kontaktfahne (16) einer Schleifringanordnung (12), wobei die Kontaktfahne (16) aus einem von dem ersten elektrischen Material verschiedenen zweiten elektrisch leitfähigen Material besteht;
  - ein Kontaktiererelement (26), welches dazu ausgelegt ist, einen elektrischen Kontakt zwischen dem elektrischen Leiter (24) der Rotorwicklung (14) und der Kontaktfahne (16) herzustellen;
- wobei das Kontaktiererelement (26) dazu ausgelegt ist, über eine erste Kontaktfläche (26b) einen elektrischen Kontakt zu dem elektrischen Leiter (24) der Rotorwicklung (14) herzustellen und über eine zweite Kontaktfläche (26c) einen elektrischen Kontakt zu der Kontaktfahne (16) herzustellen, wobei das Kontaktiererelement (26) zumindest an der ersten Kontaktfläche (26b) ein von dem ersten elektrischen Material verschiedenes drittes elektrisch leitfähiges Material aufweist.

2. Elektrischer Rotor (10) nach Anspruch 1, wobei das erste elektrisch leitfähige Material Aluminium aufweist oder daraus besteht, und/oder wobei das zweite elektrisch leitfähige Material Kupfer aufweist oder daraus besteht, und/oder wobei das dritte elektrisch leitfähige Material Zinn aufweist oder daraus besteht.

3. Elektrischer Rotor (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Kontaktiererelement (26) dazu ausgelegt ist, den elektrischen Leiter (24) zumindest teilweise aufzunehmen und zumindest teilweise zu umgeben, wobei eine Innenfläche des Kontaktiererelements (26) die erste Kontaktfläche bildet.

4. Elektrischer Rotor (10) nach Anspruch 3, wobei das Kontaktiererelement (26) an der ersten Kontaktfläche (26b) eine reliefartige Strukturierung (30) aufweist, welche dazu ausgelegt ist, zumindest teilweise in den elektrischen Leiter (24) einzudringen.

5. Elektrischer Rotor (10) nach Anspruch 4, wobei die reliefartige Strukturierung (30) eine Zahnung und/oder eine Serration aufweist, welche eine Relieftiefe von zumindest 1 mm, bevorzugt zumindest 2 mm, weiter bevorzugt zumindest 3 mm, noch weiter bevorzugt zumindest 4 mm, am meisten bevorzugt zumindest 5 mm aufweist, und vorzugsweise dazu ausgelegt ist, eine den elektrischen Leiter (24) umgebende Lackschicht (24a) und/oder Isolierschicht beim Zusammenpressen des Kontaktiererelements (26) zumindest stellenweise zu durchdringen.

6. Elektrischer Rotor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Kontaktiererelement (26) einen Kontaktiererelementkörper (26a) aufweist,

welcher einstückig aus dem zweiten elektrisch leitfähigen Material ausgebildet ist.

7. Elektrischer Rotor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der elektrischen Leiter (24) als Aluminiumlackdraht ausgebildet ist.

8. Elektrischer Rotor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das dritte elektrisch leitfähige Material einen niedrigeren Schmelzpunkt als das zweite elektrisch leitfähige Material aufweist.

9. Verfahren zur Bereitstellung eines elektrischen Kontakts zwischen einem elektrischen Leiter (24) einer Rotorwicklung (14) aus einem ersten elektrisch leitfähigen Material und einer Kontaktfahne (16) aus einem zweiten elektrisch leitfähigen Material, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen eines Kontaktiererelements (26), wobei das Kontaktiererelement (26) dazu ausgelegt ist, über eine erste Kontaktfläche (26b) einen elektrischen Kontakt zu dem elektrischen Leiter (24) der Rotorwicklung (14) herzustellen und über eine zweite Kontaktfläche (26c) einen elektrischen Kontakt zu der Kontaktfahne (16) herzustellen, wobei das Kontaktiererelement (26) zumindest an der ersten Kontaktfläche (26b) ein von dem ersten elektrischen Material verschiedenes drittes elektrisch leitfähiges Material aufweist.
- Einführen des elektrischen Leiters (24) in das Kontaktiererelement (26) derart, dass das Kontaktiererelement (26) den elektrischen Leiter (24) zumindest teilweise umgibt und die erste Kontaktfläche dem elektrischen Leiter (24) zumindest teilweise zugewandt ist;
- Zusammenpressen des Kontaktiererelements (26) derart, dass die erste Kontaktfläche (26b) an dem elektrischen Leiter (24) zumindest teilweise anliegt und das Kontaktiererelement (26) zumindest teilweise in den elektrischen Leiter (24) eindringt und einen elektrischen Kontakt zu dem elektrischen Leiter (24) herstellt;
- Verbinden der zweiten Kontaktfläche des Kontaktiererelements (26) mit der Kontaktfahne derart (16), dass ein elektrischer Kontakt zwischen der zweiten Kontaktfläche (26c) des Kontaktiererelements (26) und der Kontaktfahne (16) besteht.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei beim Zusammenpressen des Kontaktiererelements (26) das Kontaktiererelement (26) eine am elektrischen Leiter (24) ausgebildete Isolierschicht (24a) und/oder Lackschicht zumindest stellenweise durchdringt.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei das Verbinden der zweiten Kontaktfläche (26c) des Kontaktiererelements (26) mit der Kontaktfahne durch Löten und/oder Schweißen erfolgt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

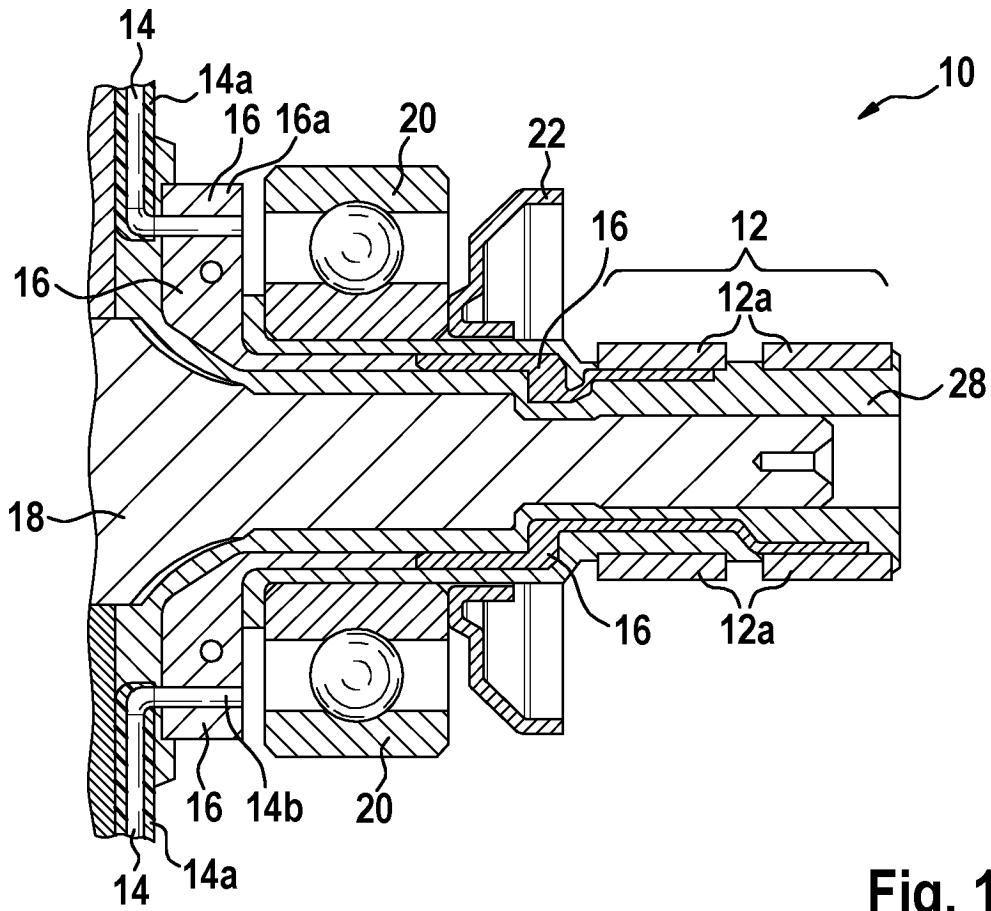


Fig. 1

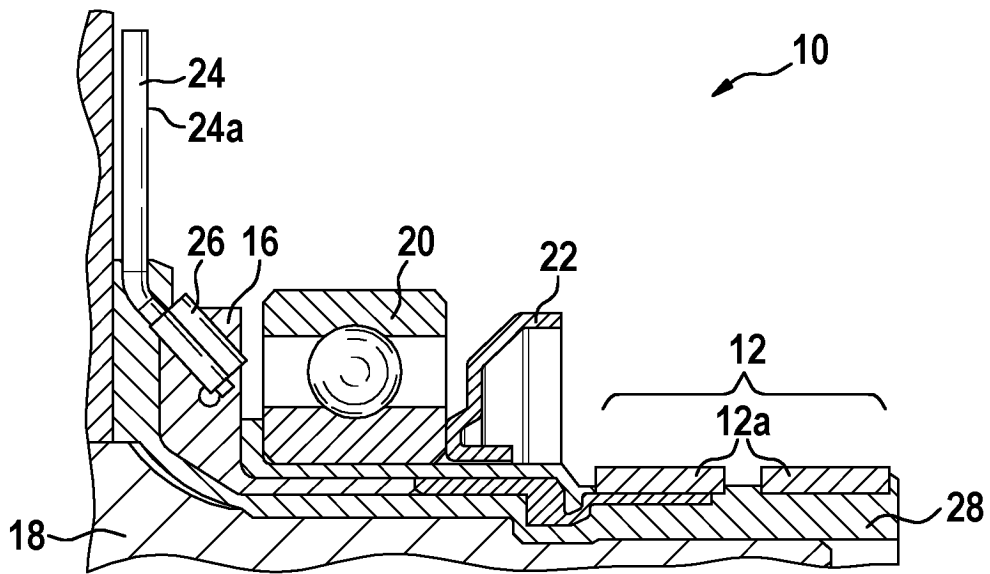
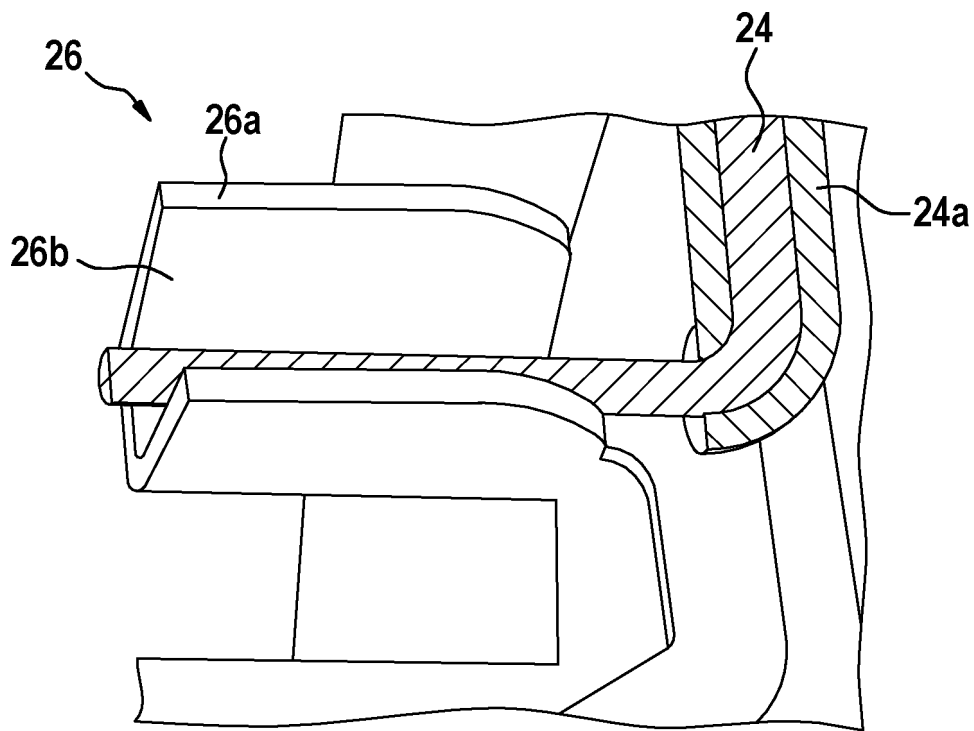
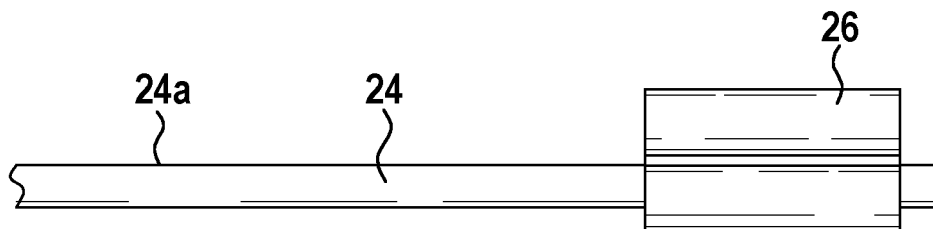


Fig. 2





**Fig. 3**



**Fig. 4**

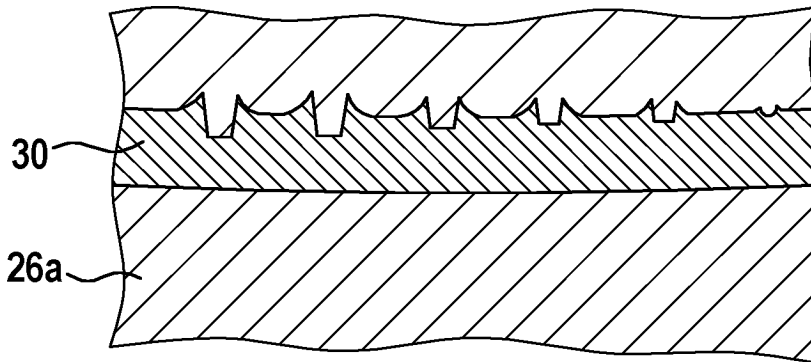


Fig. 5

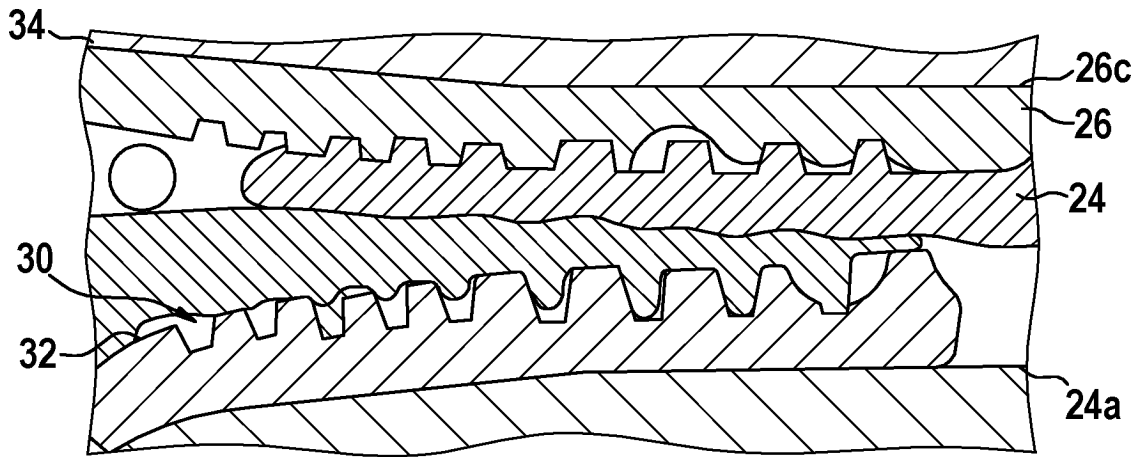


Fig. 6

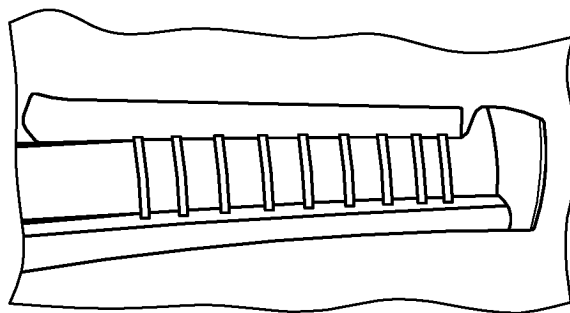


Fig. 7