



(10) **DE 10 2017 129 474 A1** 2019.06.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 129 474.0**

(22) Anmeldetag: **11.12.2017**

(43) Offenlegungstag: **13.06.2019**

(51) Int Cl.: **H02K 15/10 (2006.01)**

(71) Anmelder:
**GROB-Werke GmbH & Co. KG, 87719 Mindelheim,
DE**

(72) Erfinder:
**Hengge, Manfred, 88299 Leutkirch, DE; Pohl,
Steffen, 87727 Babenhausen, DE**

(74) Vertreter:
**KASTEL Patentanwälte PartG mbB, 81669
München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	19 39 928	A
DD	31 079	A1
DD	65 416	A1
US	6 282 773	B1

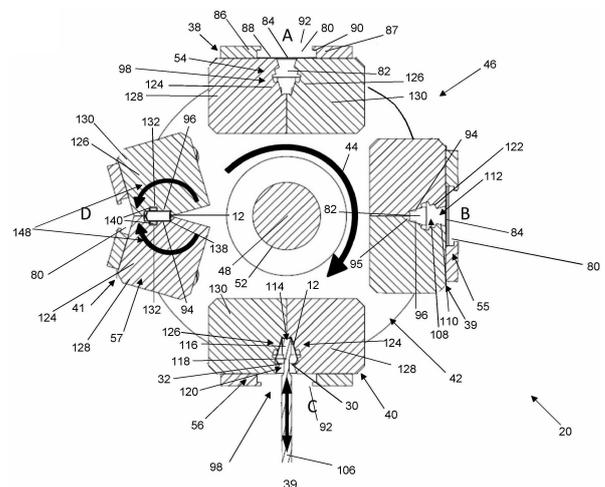
Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Nutisolationen für Windungsnuten eines Bauteils einer elektrischen Maschine**

(57) Zusammenfassung: Zur Verringerung der Zeit für die Herstellung von Nutisolationen schafft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen von Nutisolationen (138) für Windungsnuten (14) eines Bauteils (16) einer elektrischen Maschine, umfassend

- Bereitstellen eines Streifens (10) Isoliermaterials,
- Abschneiden eines Isolierungsstreifenstücks (12) von dem Streifen (10),
- Formen des Isolierungsstreifenstücks (10) zur Anpassung an die Form (54-57) der Windungsnut (14) und
- Einschieben des geformten Isolierungsstreifenstücks (12) in die Windungsnut (14), wobei zumindest die Schritte d) und e) für wenigstens zwei in unterschiedliche Windungsnuten (14) einzuschiebende Isolierungsstreifenstücke (12) parallel durchgeführt werden. Weiter wird eine Vorrichtung (20) zum Durchführen des Verfahrens beschrieben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Nutisolationen für Windungsnuten eines Bauteils einer elektrischen Maschine. Weiter betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Herstellen von Nutisolationen für Windungsnuten eines Bauteils einer elektrischen Maschine.

[0002] Zum technologischen Hintergrund der Erfindung wird auf folgende Literaturstelle verwiesen:
[1] US 6 282 773 B1

[0003] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet der Herstellung von Elektromotoren oder sonstigen elektrischen Maschinen, wie beispielsweise Generatoren, die für hohe Leistungen, zuverlässigen Betrieb und hohe Effizienz ausgelegt sind. Insbesondere sollen Elektromotoren hergestellt werden, die als Fahrmotoren von Elektrofahrzeugen oder Hybridfahrzeugen einsetzbar sind und beispielsweise eine Nennleistung zwischen 20 kW und 400 kW aufweisen. Es ist zum Aufbau von Statoren derartiger leistungsfähiger elektrischer Maschinen vorteilhaft, eine möglichst hohe Spulendichte bereitzustellen. Hierzu ist es bekannt, Spulenwicklungen bereitzustellen, die in radial offene Nuten eines Haltekörpers, wie insbesondere dem Hauptkörper eines Stators oder eines Rotors, eingefügt werden können. Um einen besonders hohen Füllgrad zu erreichen, werden die Spulenwicklungen insbesondere aus Drähten mit rechteckigem Querschnitt hergestellt.

[0004] Zur elektrischen Isolation der einzelnen Spulenwicklungen ist jede der Nuten mit einer Nutisolation zu versehen.

[0005] Um die Geometrie der Nutisolation herzustellen gibt es verschiedene Verfahren. Das Ziel ist, eine anpassbare Geometrie in kurzer Taktzeit einzuschleiben. Insbesondere kommen folgende Varianten zum Einsatz, die beide in der Literaturstelle [1] angesprochen sind:

- 1) Nutisolation von der Breitrolle und
- 2) Nutisolation von der Schmalrolle

[0006] Bei der Variante von der Breitrolle wird ein Streifen Isolationspapier von einer Vorratsrolle abgeschnitten. Anschließend wird in einem Takt die komplette Geometrie geprägt. Die Breite der Rolle bestimmt am Ende auch die Länge der Isolation.

Vorteile:

- Es lassen sich vergleichsweise kurze Taktzeiten realisieren
- Geringer Bauraumbedarf
- Kostengünstige Anlage

Nachteile:

- geringe Flexibilität - Eine Anpassung der Nutisolutionslänge erfordert eine Umrüstung der Anlage auf eine Vorratsrolle mit geänderter Breite

[0007] Ein Verfahren nach der Variante 2) ist in der Literaturstelle [1] ausführlich beschrieben. Dabei wird als Isolierung Papier abgerollt, anschließend geschnitten; es wird ein Kragen geprägt und umgelegt, das Isolationspapier wird anschließend geprägt und in den Stator ausgestoßen.

Vorteile dieses Verfahren sind:

- Änderung der Nutisolutionslänge im Prozess auch bei Losgröße=1 möglich Nachteile sind:
- Lange Taktzeiten
- Großer Bauraumbedarf
- Teure Anlage

[0008] Die Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Nutisolationen für Windungsnuten eines Bauteils einer elektrischen Maschine zu schaffen, mit denen kürzere Taktzeiten erzielbar sind. Vorzugsweise sollen ein kleinerer Bauraum und ein kostengünstiger Aufbau erzielbar sein.

[0009] Vorzugsweise soll eine möglichst optimale Isolation im Prozess flexibel anpassbar sein.

[0010] Zum Lösen dieser Aufgabe schafft die Erfindung ein Verfahren nach Anspruch 1 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Nebenanspruchs.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Die Erfindung schafft gemäß einem Aspekt davon ein Verfahren zum Herstellen von Nutisolationen für Windungsnuten eines Bauteils einer elektrischen Maschine, umfassend

- a) Bereitstellen eines Streifens Isoliermaterials,
- b) Abschneiden eines Isolierungsstreifenstücks von dem Streifen,
- c) Formen des Isolierungsstreifenstücks zur Anpassung an die Form der Windungsnut und
- d) Einschleiben des geformten Isolierungsstreifenstücks in die Windungsnut, wobei zumindest die Schritte d) und e) für wenigstens zwei in unterschiedliche Windungsnuten einzuschleibende Isolierungsstreifenstücke parallel durchgeführt werden.

[0013] Es ist bevorzugt, dass die Schritte c), d) und e) für wenigstens drei jeweils in unterschiedliche Windungsnuten einzuschleibende Isolierungsstreifenstücke parallel durchgeführt werden.

[0014] Eine bevorzugte Ausgestaltung des Verfahrens umfasst die Schritte Formen des Isolierungsstreifenstücks in einer von mehreren Formen und Führen der mehreren Formen auf einer Umlaufbahn, die wenigstens eine Aufnahme-Station zum Aufnehmen des Isolierungsstreifenstücks und eine Abgabestation zum Einschieben des geformten Isolierungsstreifenstücks in die Windungsnut enthält.

[0015] Eine bevorzugte Ausgestaltung des Verfahrens umfasst: Verwenden zumindest einer ersten, einer zweiten und einer dritten Form, die getaktet auf der Umlaufbahn zumindest von der Aufnahme-Station zu einer Formstation, von der Formstation zu der Abgabestation und von der Abgabestation zu der Aufnahme-Station verfahren werden.

[0016] Eine bevorzugte Ausgestaltung des Verfahrens umfasst: Verwenden einer vierten Form, wobei die erste bis vierte Form getaktet zwischen den Stationen auf der Umlaufbahn verfahren werden, wobei die Stationen noch zwischen der Aufnahme-Station und der Formstation eine Positionierstation umfassen.

[0017] Es ist bevorzugt, dass das Abschneiden an der Aufnahme-Station erfolgt.

[0018] Es ist bevorzugt, dass Formen mit einem ersten und einem zweiten Formteil verwendet werden und dass das erste und das zweite Formteil an zumindest einer der Stationen auf der Umlaufbahn relativ zueinander zur Formveränderung des Isolierungsstreifenstücks bewegt werden.

[0019] Es ist bevorzugt, dass die Herstellung in Bearbeitungstakten erfolgt, wobei zwei, drei, vier oder mehr Bearbeitungstakte parallel durchgeführt werden, wobei die Bearbeitungstakte ausgewählt werden aus einer Gruppe von Bearbeitungstakten, die enthält:

- Formen wenigstens einer Längskante oder mehrerer Längskanten des Streifens oder des Isolierungsstreifenstücks;
- Abschneiden des Isolierungsstreifenstücks und/oder Umschlagen eines Kragens an einer Vorderkante des Streifens und/oder an einer Hinterkante des Isolierungsstreifenstücks;
- Positionieren des Isolierungsstreifenstücks in der Form;
- Prägen des Isolierungsstreifenstücks mittels eines Prägestempels in der Form, um die Nutisolierung zu formen, und
- Verschieben des geformten Isolierungsstreifenstücks aus der Form in die Windungsnut.

[0020] Es ist bevorzugt, dass das Verfahren den Schritt enthält:

b) Formen wenigstens eines Längskantenbereichs des Streifens oder des Isolierungsstreifenstücks.

[0021] Es ist bevorzugt, dass Schritt c) enthält: Auswählen der sich in Bewegungsrichtung des Streifens erstreckenden Isolierungsstreifenstücklänge des abzuschneidenden Isolierungsstreifenstücks abhängig von der axialen Länge der Windungsnut; und dass Schritt e) enthält: Einschieben des geformten Isolierungsstreifenstücks in einer sich in Richtung der Isolierungsstreifenstücklänge erstreckenden Einschieberichtung.

[0022] Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung eine Vorrichtung zum Herstellen von Nutisolierungen für Windungsnuten eines Bauteils einer elektrischen Maschine, umfassend:

eine Bereitstellereinrichtung zum Bereitstellen eines Streifens Isoliermaterials,

eine Schneideinrichtung zum Abschneiden eines Isolierungsstreifenstücks von dem Streifen,

eine Formeinrichtung zum Formen des Isolierungsstreifenstücks;

eine Einschiebeeinrichtung zum Einschieben des geformten Isolierungsstreifenstücks in die Windungsnut, und

eine Transporteinrichtung mit mehreren Halteelementen zum Halten je wenigstens

eines Isolierungsstreifenstückes, wobei die Halteelemente auf einer Umlaufbahn mit mehreren Stationen zur gleichzeitigen Bearbeitung mehrerer Isolierungsstreifenstücke bewegbar sind.

[0023] Es ist bevorzugt, dass die Transporteinrichtung als Halteelemente mehrere Formen der Formeinrichtung aufweist.

[0024] Es ist bevorzugt, dass die Transporteinrichtung einen Werkzeugrevolver aufweist oder als solcher ausgebildet ist.

[0025] Es ist bevorzugt, dass die Transporteinrichtung dazu ausgebildet ist, die Halteelemente von einer Aufnahme-Station zur Aufnahme eines durch die Schneideinrichtung abgeschnittenen Isolierstreifenstücks zu einer Formstation zum Formen des Isolierstreifenstücks durch die Formeinrichtung, von der Formstation zu einer Abgabestation zum Einschieben des geformten Isolierstreifenstücks in die Windungsnut und von der Abgabestation zu der Aufnahme-Station zu bewegen.

[0026] Es ist bevorzugt, dass die Transporteinrichtung dazu ausgebildet ist, die Halteelemente von einer Aufnahme-Station zur Aufnahme eines durch die Schneideinrichtung abgeschnittenen Isolierstreifen-

stücks zu einer Positionierstation zum Positionieren des Isolierstreifenstücks in einer Form der Formeinrichtung, von der Positionierstation mit der Form zu einer Formstation zum Formen des Isolierstreifenstücks durch die Formeinrichtung, von der Formstation zu einer Abgabestation zum Einschieben des geformten Isolierstreifenstücks in die Windungsnut und von der Abgabestation zu der Aufnahmestation zu bewegen.

[0027] Es ist bevorzugt, dass die Transporteinrichtung dazu ausgebildet ist, ein erstes Halteelement von einer ersten Station zu einer zweiten Station auf der Umlaufbahn zu bewegen und gleichzeitig hierzu ein zweites Halteelement von der zweiten Station zu der ersten oder zu einer weiteren Station zu bewegen.

[0028] Es ist bevorzugt, dass die Transporteinrichtung ein erstes, ein zweites und ein drittes Halteelement zur gleichzeitigen Bearbeitung von wenigstens drei Isolierstreifenstücken an einer ersten bis dritten Station aufweist.

[0029] Es ist bevorzugt, dass die Transporteinrichtung ein erstes, ein zweites, ein drittes und ein viertes Halteelement zur gleichzeitigen Bearbeitung von wenigstens vier Isolierstreifenstücken an einer ersten bis vierten Station aufweist.

[0030] Es ist bevorzugt, dass die Schneideinrichtung eine Kragenumschlageinrichtung zum Umschlagen einer Vorderkante des Streifens und/oder einer Hinterkante des abgeschnittenen Streifenstücks aufweist.

[0031] Es ist bevorzugt, dass die Formeinrichtung an einer Formstation ein Formelement oder einen Prägestempel aufweist.

[0032] Es ist bevorzugt, dass eine Kantenaufstelleinrichtung zum Aufstellen wenigstens einer Längskante des Streifens und/oder des Isolierstreifenstücks vorgesehen ist.

[0033] Es ist bevorzugt, dass die Schneideinrichtung zum Abschneiden des Isolierstreifenstücks mit einer von der Länge der zu isolierenden Windungsnut abhängigen Isolierstreifenstücklänge ausgebildet ist.

[0034] Es ist bevorzugt, dass die Einschiebeeinrichtung zum Einschieben des geformten Isolierstreifenstücks in einer in Richtung der Isolierstreifenstücklänge gerichteten Einschieberichtung ausgebildet ist.

[0035] Es ist bevorzugt, dass jedes Halteelement ein erstes Halteteilelement und ein zweites Halteteilelement aufweist, wobei die Halteteilelemente relativ zueinander bewegbar sind.

[0036] Es ist bevorzugt, dass jedes Halteelement an der Transporteinrichtung beweglich gelagert ist.

[0037] Es ist bevorzugt, dass eine Halteelement-Antriebseinrichtung zum Antreiben der Relativbewegung der Halteteilelemente bzw. der Bewegung des Halteelements vorgesehen ist.

[0038] Es ist bevorzugt, dass die Halteelement-Antriebseinrichtung zum Antreiben der Relativbewegung bzw. Bewegung an einer und/oder vor einer oder mehreren der Stationen ausgebildet ist. Das Halteelement ist somit an dieser und/oder z.B. im Zuge der Bewegung zu dieser Station durch die Halteelement-Antriebseinrichtung angetrieben bewegbar. Insbesondere sind das erste und das zweite Halteelementteilelement dann, wenn sich das Halteelement an der und/oder auf dem Weg zu der entsprechenden Station befindet, durch die Halteelement-Antriebseinrichtung angetrieben relativ zueinander bewegbar.

[0039] Die Halteelement-Antriebseinrichtung ist vorzugsweise ein Element aus der Gruppe von Antriebseinrichtungen, die einen aktiven Einzelantrieb, einen separaten Einzelantrieb, einen Aktor, eine Kulissensteuerung, eine feststehende Kulisse und ein Kulissenfolgeelement und ein Koppelgetriebe zum Koppeln der Halteelement-Bewegung oder Halteteilelement-Relativbewegung mit der Bewegung der Transporteinrichtung umfasst.

[0040] Bei besonders bevorzugten Ausgestaltungen der Vorrichtung und auch bei bevorzugten, durch diese Ausgestaltungen der Vorrichtung durchführbaren Ausgestaltungen des Verfahrens sind die Halteelemente gesondert angetrieben bewegbar. Gemeint ist hier nicht z.B. eine Rotation der z.B. als Revolver ausgebildeten Transporteinrichtung selbst, sondern ein Antrieb für die Eigenbewegung eines Halteelements, insbesondere im vierten Takt, bei dem z.B. zwei Hälften zusammengeklappt werden können, damit die Isolation die endgültige Form erhält. Jedoch muss der Antrieb für die Eigenbewegung des Halteelements nicht auf das Zusammenklappen im Takt vier beschränkt sein - in anderen Ausgestaltungen können auch die anderen Halteelemente irgendwelche Eigenbewegungen durchführen.

[0041] Bei bevorzugten Ausgestaltungen kann der Antrieb der Eigenbewegung eines oder gegebenenfalls auch mehrerer Halteelemente entweder (i) durch einen aktiven und separaten Einzelantrieb erfolgen, oder (ii) durch eine Kulissensteuerung (z.B. feststehende Kulisse) oder ein Kopplungsgetriebe aufgrund der Drehbewegung des Revolvers bewirkt werden.

[0042] Im Folgenden werden einige Vorteile und Eigenschaften bevorzugter Ausgestaltungen der Erfindung näher erläutert.

[0043] Bei der oben genannten Verfahrensweise 1), dem Abrollen von der Breitrolle, lassen sich gegenüber der Verfahrensweise 2) Schritte einsparen. Die Länge der Isolation bei der Breitrolle wird allerdings durch die Breite der Vorratsrolle vorgegeben. Hier ist keine Anpassung im Prozess möglich. Daher betreffen bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ein Abrollen von der Schmalrolle und arbeiten nach der Verfahrensweise 2).

[0044] Um die Taktzeiten, insbesondere aber nicht nur bei der Verfahrensweise 2) mit der Schmalrolle, zu beschleunigen, ist ein der Erfindung zugrunde liegender Gedanke, die einzelnen Schritte zu entkoppeln und parallel zu schalten.

[0045] Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung betreffen eine Variante des Abrollens von der Schmalrolle. Bei der Variante von der Schmalrolle wird das Isolierstreifenmaterial, z.B. Papier, von einer Vorratsrolle abgerollt (Schritt 1). Vorzugsweise bekommt das Material, z.B. Endlospapier, z.B. durch Sickrollen oder dergleichen vier durchgehende Sicken (Schritt 2). Bei einer bevorzugten Ausgestaltung werden auf der langen Seite Schenkel an der Sicke umgebogen (Schritt 3).

[0046] Vorzugsweise wird beim Schneiden (Schritt 4) die Länge der Nutisolation individuell auf Länge abgeschnitten (bereits bei Losgröße=1) und gleichzeitig der Kragen geprägt (Schritt 5).

[0047] Weiter umfassen bevorzugte Ausgestaltungen des Verfahrens die Schritte Kragen umlegen (Schritt 6), Isolation bzw. Rücken prägen (Schritt 7), Falten (Schritt 8) und in den Stator ausstoßen (Schritt 9).

[0048] Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung erfolgen durch zeitliche Entkopplung und parallele Anordnung die Schritte 4 bis 9 in vier parallel laufenden Takten gleichzeitig. Dadurch reduziert sich die Taktzeit enorm. Die Anzahl der Antriebe kann hierdurch deutlich reduziert werden was auch die Prozesssicherheit erhöht.

[0049] Ein Ausführungsbeispiel wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Streifens Isoliermaterials zur Darstellung eines ersten Schritts eines Verfahrens zum Herstellen von Nutisolationen für Windungsnuten eines Bauteils einer elektrischen Maschine;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung des Streifens Isoliermaterials nach Durchführung eines zweiten und eines dritten Schritts des Verfahrens;

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung eines von dem Streifen Isoliermaterials abgeschnittenen Isolierungsstreifenstücks nach Durchführung eines vierten und eines fünften Schritts des Verfahrens;

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung des Isolierungsstreifenstücks nach einem sechsten Schritt des Verfahrens;

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung des Isolierungsstreifenstücks nach einem siebten Schritt des Verfahrens;

Fig. 6 eine perspektivische Darstellung des Isolierungsstreifenstücks nach einem achten Schritt des Verfahrens;

Fig. 7 eine perspektivische Darstellung des Isolierungsstreifenstücks und eines Bauteils einer elektrischen Maschine mit Windungsnuten zur Darstellung eines neunten Schritts des Verfahrens;

Fig. 8 eine schematische perspektivische Übersichtsdarstellung einer Vorrichtung zum Herstellen von Nutisolationen für Windungsnuten eines Bauteils einer elektrischen Maschine und zur Durchführung des Verfahrens, dessen einzelne Schritte in den **Fig. 1** bis **Fig. 7** dargestellt sind;

Fig. 9 eine Schnittdarstellung eines Teilbereichs der Vorrichtung mit einem an einer ersten Station befindlichen Halteelement im Rahmen der Durchführung des vierten und fünften Schritts des Verfahrens;

Fig. 10 eine horizontal geschnittene Darstellung eines Teilbereichs der Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform davon, mit einem an einer zweiten Station befindlichen Halteelement zum Halten des Isolierungsstreifenstücks im Rahmen der Durchführung des sechsten Schritts des Verfahrens;

Fig. 11 eine Draufsicht auf einen Teilbereich der Schnittfläche von **Fig. 10** zur weiteren Darstellung des sechsten Schritts;

Fig. 12 eine Querschnittsdarstellung durch eine Ausführungsform der in **Fig. 8** dargestellten Vorrichtung durch eine Transporteinrichtung der Vorrichtung, wobei eine erste und eine vierte Station der Vorrichtung mit einem ersten bis vierten Halteelement in einem Schnitt quer zu einer Drehachse der Transporteinrichtung dargestellt sind; und

Fig. 13 eine schematische Blockdarstellung einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens.

[0050] Im Folgenden werden anhand der beigefügten Zeichnungen unterschiedliche Ausführungsformen für ein Verfahren und eine Vorrichtung **20** zum

Herstellen von Nutisolierungen **138** für Windungsnuten **14** eines Bauteils **16** einer elektrischen Maschine näher erläutert.

[0051] Dabei sind in den **Fig. 1** bis **Fig. 7** Formgebungsschritte bei dem Formen der Nutisolierung **138** aus einem Streifen **10** aus Isoliermaterial gezeigt, in den **Fig. 8** bis **Fig. 12** sind bevorzugte Ausgestaltungen für die Vorrichtung **20** zum Durchführen des Verfahrens schematisch dargestellt und in **Fig. 13** ist eine Blockdarstellung für eine Variante der Vorrichtung **20** wiedergegeben.

[0052] Bei dem Verfahren wird zunächst ein Streifen **10** aus einem elektrisch isolierenden Isoliermaterial bereitgestellt. Der Streifen **10** ist beispielsweise in den **Fig. 1** und **Fig. 2** sowie in **Fig. 8** dargestellt.

[0053] Weiter umfasst das Verfahren den Schritt Abschneiden eines Isolierungsstreifenstücks **12** von dem Streifen **10**. Das Isolierungsstreifenstück **12** ist beispielsweise in den **Fig. 3** bis **Fig. 7** dargestellt.

[0054] Weiter wird in dem Verfahren das Isolierungsstreifenstück **12** zur Anpassung an die Form der Windungsnut **14** geformt, wie dies beispielsweise in den **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellt ist.

[0055] Das so geformte Isolierungsstreifenstück **12** wird anschließend, wie z.B. in **Fig. 7** dargestellt, in die Windungsnut **14** des Bauteils **16** einer elektrischen Maschine eingeschoben. Das Bauteil **16** ist insbesondere ein Stator **18** einer elektrischen Maschine, wie beispielsweise eines in der Elektromobilität einzusetzenden Elektromotors.

[0056] Zur Reduzierung der Taktzeiten und zur Verringerung des Bauraums der Vorrichtung **20** werden zumindest die Schritte des Formens des Isolierungsstreifenstücks **12** und des Einschobens des geformten Isolierungsstreifenstücks **12** für wenigstens zwei Isolierungsstreifenstücke **12**, die in unterschiedliche Windungsnuten **14** einzuschoben sind, parallel durchgeführt. Insbesondere erfolgt das Formen eines ersten Isolierungsstreifenstücks **12** an einer Station der Vorrichtung **20**, während gleichzeitig in einer anderen Station der Vorrichtung **20** ein zuvor geformtes weiteres Isolierungsstreifenstück **12** in die Windungsnut **14** eingeführt wird.

[0057] Im Folgenden werden eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens und bevorzugte Ausführungsform der Vorrichtung **20** anhand der beigegeführten **Fig. 1** bis **Fig. 12** näher erläutert.

[0058] Zunächst werden hierzu anhand der **Fig. 1** bis **Fig. 7** unterschiedliche mögliche Schritte des Verfahrens und der sich bei diesen Schritten ergebenden Form des Isolierungsstreifenstücks **12** näher erläutert.

[0059] Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens weist die folgenden Schritte auf:

- Erster Schritt **1**: Bereitstellen des Streifens Isoliermaterials, vorzugsweise durch Abrollen eines Papiers von einer als Schmalrolle ausgebildeten Vorratsrolle **22**;
- Zweiter Schritt **2**: Einbringen einer ersten bis vierten durchgehenden Sicke durch Sickrollen **24**;
- Dritter Schritt **3**: Umbiegen von Schenkeln **30**, **32** auf den langen Seite an der Sicke;
- Vierter Schritt **4**: Abschneiden des Isolierungsstreifenstücks **12** von dem Streifen **10**; vorzugsweise derart, dass die Länge der Nutisolation individuell entsprechend der Länge der Windungsnut **14** abgeschnitten wird;
- Fünfter Schritt **5**: Prägen eines Kragens **70**;
- Sechster Schritt **6**: Umlegen des Kragens **70**;
- Siebter Schritt **7**: Prägen des Isolierungsstreifenstücks **12**, insbesondere eines Rückens **102** davon
- Achter Schritt **8**: Falten des Isolierungsstreifenstücks **10**;
- Neunter Schritt **9**: Ausstoßen des geformten Isolierungsstreifenstücks **12** in den Stator **18**.

[0060] Wie aus den **Fig. 8** bis **Fig. 12** ersichtlich weist eine bevorzugte Ausgestaltung der Vorrichtung **20** eine Bereitstelleneinrichtung **58** zum Bereitstellen des Streifens **10** Isoliermaterials, eine Schneideinrichtung **60** zum Abschneiden des Isolierungsstreifenstücks **12** von dem Streifen **10**, eine Formeinrichtung **98** zum Formen des Isolierungsstreifenstücks **12**, eine Einschiebeeinrichtung **140** zum Einschoben des geformten Isolierungsstreifenstücks **12** in die Windungsnut **14**, und eine Transporteinrichtung **42** mit mehreren Halteelementen **38-41** zum Halten je wenigstens eines Isolierungsstreifenstückes **12** auf, wobei die Halteelemente **38-41** auf einer Umlaufbahn **44** mit mehreren Stationen **A-D** zur gleichzeitigen Bearbeitung mehrerer Isolierungsstreifenstücke **12** bewegbar sind.

[0061] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung weist die Vorrichtung **20** als Halteelemente **38-41** mehrere Formen **54-57** der Formeinrichtung **98** auf.

[0062] Eine erste Station **A** ist beispielsweise als Aufnahmestation zur Aufnahme eines durch die Schneideinrichtung **60** abgeschnittenen Isolierungsstreifenstücks **12** ausgebildet. Die Schneideinrichtung **60** ist vorzugsweise ebenfalls an der ersten Station **A** ausgebildet. Vorzugsweise erfolgt an der ersten Station weiter die Prägung des Kragens **70**.

[0063] Eine zweite Station **B** ist beispielsweise als Positionierstation zum Positionieren des Isolierstreifenstücks **12** in der an dieser zweiten Station **B** befindlichen Form **55** der Formeinrichtung **98** ausgebildet. Vorzugsweise wird an dieser zweiten Station **B** auch der Kragen **70** umgefaltet.

[0064] Eine dritte Station **C** ist vorzugsweise als Formstation zum Formen des Isolierstreifenstücks **12** durch die Formeinrichtung **98** ausgebildet.

[0065] Eine vierte Station **D** ist vorzugsweise als Abgabestation zum Einschieben der fertigen Nutisolierung **138** in die Windungsnut **14** ausgebildet. Insbesondere ist die Einschiebeeinrichtung **140** an der vierten Station **D** ausgebildet.

[0066] Durch die Ausbildung mit vier Stationen ist die Vorrichtung **20** in der Lage, die Bearbeitung des Isolierstreifenstücks **12** in vier Takten durchzuführen, so dass durch parallele Durchführung der vier Takten an unterschiedlichen Stationen wenigstens vier Isolierstreifenstücke **12** gleichzeitig bearbeitet werden können.

[0067] Einzelheiten bevorzugter Ausgestaltungen des Verfahrens und der Vorrichtung werden im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

[0068] Wie in **Fig. 8** dargestellt, weist eine mögliche Ausführungsform der Bereitstellereinrichtung **58** eine Vorratsrolle **22** und wenigstens ein Zuführelement, wie z.B. eine Umlenk- und Glättrolle **28** auf. Wie aus **Fig. 1** und **Fig. 8** ersichtlich wird beim Durchführen des ersten Schritts **1** zunächst die Vorratsrolle **22**, hier ausgebildet als Schmalrolle, bereitgestellt. Von dieser wird ein Streifen **10** Isoliermaterial über die Umlenk- und Glättrolle **28**, beispielsweise angetrieben durch Antrieb der Umlenk- und Glättrolle **28** und Antrieb von Sickrollen **24** abgerollt.

[0069] Vor den Sickrollen **24**, die in **Fig. 8** dargestellt sind, hat der Streifen **10** die in **Fig. 1** dargestellte flache Form. Durch die Bereitstellereinrichtung **58** wird ein Streifen **10** aus elektrisch isolierendem Material, insbesondere Papiermaterial, beispielsweise beschichtet mit Kunststoffmaterial, bereitgestellt.

[0070] Die Breite **BS** des Streifens **10** wird entsprechend der Breite und der Tiefe der Windungsnut **14** so gewählt, dass die Innenfläche der Windungsnut **14** überdeckt werden kann und zusätzlich noch ein erster Schenkel **30** an der einen langen Seite und ein zweiter Schenkel **32** an der anderen langen Seite die offene Seite der Windungsnut **14** überdecken können.

[0071] An den in **Fig. 8** dargestellten Sickrollen **24** werden eine erste bis vierte Sicke **34** eingebracht. Anschließend werden die Schenkel **30**, **32** in einer

durch mehrere Formblöcke gebildeten Schenkelumbiegeeinrichtung **36** hochgebogen. Die Schenkelumbiegeeinrichtung **36** ist ein Ausführungsbeispiel für eine Kantenaufstellereinrichtung zum Aufstellen von Kanten des Isolierstreifenstücks **12**.

[0072] Die Vorrichtung **20** weist mehrere Halteelemente **38-41** auf, die mittels der Transporteinrichtung **42** auf der Umlaufbahn **44** mit mehreren Stationen **A-D** taktweise bewegbar sind.

[0073] Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Vorrichtung **20** ein erstes Halteelement **38**, ein zweites Halteelement **39**, ein drittes Halteelement **40** und ein viertes Halteelement **41** auf, die mittels der Transporteinrichtung **42** von der ersten Station **A** zu der zweiten Station **B**, dann zu der dritten Station **C** und zu der vierten Station **D** transportierbar sind. Beispielsweise befindet sich in den **Fig. 8** bis **Fig. 12** das erste Halteelement **38** an der ersten Station **A**, das zweite Halteelement **39** an der zweiten Station **B**, das dritte Halteelement **40** an der dritten Station **C** und das vierte Halteelement **41** an der vierten Station **D**. Im nächsten Takt werden die Halteelemente **38** durch die Transporteinrichtung **42** zur jeweils nächsten Station transportiert, so dass sich das erste Halteelement **38** an der zweiten Station **B** befindet, das zweite Halteelement **39** an der dritten Station **C**, das dritte Halteelement **40** an der vierten Station **D** und das vierte Halteelement **41** an der ersten Station **A**.

[0074] Die Transporteinrichtung **42** ist bei der in den **Fig. 8** bis **Fig. 12** dargestellten Ausführungsform der Vorrichtung **20** als Werkzeugrevolver **46** ausgebildet. Der Werkzeugrevolver **46** ist um eine Drehachse **48** durch einen Drehantrieb **50** drehbar, um die Halteelemente **38-41** zu der jeweils nächsten Station **A-D** zu bringen. Hierzu sind die Halteelemente **38-41** an nicht näher dargestellten Auslegern einer Drehwelle **52** des Werkzeugrevolvers **46** gelagert.

[0075] Wie am besten aus **Fig. 12** ersichtlich, sind die Halteelemente **38-41** als jeweils gleichartig zueinander ausgebildete Form **54-57** ausgebildet oder weisen eine derartige Form **54-57** auf. Auf Gestalt und Ausbildung der Form **54-57** wird hiernach noch näher eingegangen.

[0076] **Fig. 9** zeigt einen Querschnitt durch einen Einlaufbereich an dem ersten Halteelement **38** an der ersten Station **A**.

[0077] Wie aus **Fig. 8** und **Fig. 9** ersichtlich, wird der mit den Schenkeln **30**, **32** versehene Streifen **10** in das sich an der ersten Station **A** befindliche Halteelement - hier das erste Halteelement **38** - eingeführt.

[0078] Demnach bilden die Vorratsrolle **22**, die Umlenk- und Glättrolle **28**, die Sickrollen **24** und die Schenkelumbiegeeinrichtung **36** Elemente der Be-

reitstelleinrichtung **58** zum Bereitstellen des in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten Streifens **10** aus Isoliermaterial an der ersten Station **A**.

[0079] Die erste Station **A** ist mit der Schneideinrichtung **60** zum Abschneiden des Isolierungsstreifenstücks **12** von dem Streifen **10** und mit einer Kragenprägeeinrichtung **142** zum Prägen des Kragens **70** versehen, die im Folgenden näher erläutert werden.

[0080] Wie aus **Fig. 8** und **Fig. 9** ersichtlich, weist die Schneideinrichtung **60** eine angetriebene verschiebbare Schneidklinge **61** auf, mittels der das in das erste Halteelement **38** eingeschobene Isolierungsstreifenstück **12** von dem verbleibenden Streifen **10** abgeschnitten wird. Die Schneidklinge **61** hat eine Schneidkante **62**, an die sich eine Schräge **63** anschließt. Die Schneidkante **62** ist an der von dem Halteelement **38** entfernten Seite der Schneidklinge **61** ausgebildet; und die Schräge **63** erstreckt sich von der Schneidkante **62** aus gesehen in der Verschieberichtung der Schneidklinge **61** hin zu dem Halteelement **38**. Die Schneidklinge **61** wird in einen Spalt **64** zwischen einer Einlaufführung **66** und einem Schneidblock **68** eingeführt. Durch die weiter von dem Schneidblock **48** entfernte Schneidkante **62** wird das Isolierstreifenstück **12** unmittelbar an der Einlaufführung **66** abgeschnitten, wobei der sich über den Spalt **64** erstreckende Endbereich des abgeschnittenen Isolierstreifenstücks **12** durch die Schräge **62** um eine Kante des Schneidblockes **68** herumgeführt wird und so einen Kragen **70** bildet, der an der Kante des Schneidblockes **68** geprägt wird.

[0081] Der Schneidblock **68** ist besonders bevorzugt als Teil eines ersten Schiebers **69** ausgebildet, welcher, z.B. nach dem Einführen des Isolierungsstreifenstücks **12** in das erste Halteelement **38**, in seine Schneidposition eingefahren wird, um daraufhin mit eingefahrenem ersten Schieber **69** den Schneidvorgang (vierter Schritt **4**) und den Vorgang des Prägens des Kragens **70** (fünfter Schritt **5**) durchzuführen. Nach dem Durchführen des vierten Schritts **4** und des fünften Schritts **5** fährt der erste Schieber **69** wieder heraus, woraufhin ein Transport der Halteelemente **38-41** zu der jeweils nächsten Station **A-D** erfolgen kann.

[0082] Weiter ist in **Fig. 9** und **Fig. 8** ein Festhaltestempel **72** angedeutet, der an der ersten Station **A** radial auf das Halteelement **38** zu bewegbar ist, um das Isolierungsstreifenstück **12** zum Abschneiden festzuhalten, und wieder zurückziehbar ist, um die Bewegung des ersten Halteelements **38** mit dem Isolierungsstreifenstück **12** zur nächsten Station **B** und an dem nachgeführten vierten Halteelement **41** die Einführung des Streifens **10** im nächsten Takt zu ermöglichen.

[0083] So werden an der ersten Station **A** der vierte Schritt **4** und der fünfte Schritt **5** durchgeführt, und es entsteht die in **Fig. 3** dargestellte Form des Isolierungsstreifenstücks **12**.

[0084] Gleichzeitig zu der Bearbeitung des ersten Isolierungsstreifenstücks **12** an der ersten Station **A** erfolgt an der zweiten Station **B** eine Weiterverarbeitung eines zweiten Isolierungsstreifenstücks **12**, welches in einem vorherigen Arbeitstakt an der ersten Station **A** entsprechend abgeschnitten worden ist, wobei der Kragen **70** entsprechend geprägt worden ist.

[0085] An der zweiten Station **B** erfolgt, wie dies nun näher anhand der **Fig. 10**, der **Fig. 11** sowie der **Fig. 4** erläutert wird, ein Umbiegen des Kragens **70** (sechster Schritt **6**) und ein Positionieren des Isolierungsstreifenstücks mit umgelegten Kragen **70** in dem als zweite Form **55** ausgebildeten zweiten Halteelements **39**. Hierzu sind an der zweiten Station **B** eine Kragenumschlageinrichtung **144** und eine Positioniereinrichtung **146** ausgebildet, die im Folgenden näher erläutert werden.

[0086] An der zweiten Station **B** ist ebenfalls ein Festhaltestempel **72** ausgebildet, der vergleichbar wie der Festhaltestempel **72** an der ersten Station **A** wirkt und das noch mit seinem Endbereich über das zweite Halteelement **39** hinausragende zweite Isolierungsstreifenstück **12** in dem zweiten Halteelement **39** fixiert. Die Kragenumschlageinrichtung **144** weist einen zweiten Schieber **74** an der zweiten Station **B** auf, der in axialer Richtung auf das zweite Halteelement **39** zu bewegbar ist, um den Kragen **70** in der in **Fig. 11** dargestellten Weise umzubiegen. Anschließend wird der Festhaltestempel **72** an der zweiten Station **B** zurückgezogen und das zweite Isolierungsstreifenstück **12** durch einen dritten Schieber **76** - Beispiel für die Positioniereinrichtung **146** - vollständig in das zweite Halteelement **39** hineingeschoben. Die sich nach der Bearbeitung an der zweiten Station **B** ergebende Formgebung des Isolierstreifenstücks **12** ist in **Fig. 4** dargestellt.

[0087] Gleichzeitig zu dem Schneiden des ersten Isolierungsstreifenstücks **12** an der ersten Station **A** und dem Umlegen des Kragens **70** an dem zweiten Isolierungsstreifenstück **12** an der zweiten Station **B** erfolgt an der dritten Station **C** das Formen eines in dem an der dritten Station **C** befindlichen dritten Halteelement **40** gehaltenen dritten Isolierungsstreifenstücks **12** durch die Formeinrichtung **98**. Dieses dritte Isolierungsstreifenstück **12** ist in einem vorherigen Takt an der zweiten Station **B** bearbeitet worden. Die Ausbildung der Formeinrichtung **98** wird im Folgenden anhand der Darstellung in **Fig. 12** näher erläutert.

[0088] **Fig. 12** zeigt die gleichzeitige Anordnung der Halteelemente **38-41** an den unterschiedlichen Sta-

tionen **A-D**. Außerdem zeigt **Fig. 12** den Querschnitt durch die jeweils als Form **54-57** wirkenden Halteelemente **38-41**.

[0089] Wie aus **Fig. 12** ersichtlich, sind die Halteelemente **38-41** im Wesentlichen gleich aufgebaut. Sie weisen jeweils eine erste Aufnahme **80** zum Aufnehmen des Isolierstreifenstücks **12** und eine zweite Aufnahme **82** zum Aufnehmen und Formen des Isolierstreifenstücks **12** auf. Die erste Aufnahme **80** ist breiter als die zweite Aufnahme **82** ausgebildet. Die zweite Aufnahme **82** befindet sich radial einwärts zu der ersten Aufnahme **80** und mündet mit ihrer spaltförmigen Öffnung **84** am Grund der ersten Aufnahme **80**.

[0090] In einer bevorzugten Ausgestaltung weist die erste Aufnahme **80** ein erstes Seitenbegrenzungselement **86** und ein zweites Seitenbegrenzungselement **87** und am Grund eine Bodenfläche **88** auf, gegen die die Festhaltestempel **72** das Isolierstreifenstück **12** klemmen können. Die Bodenfläche **88** weist mittig die spaltförmige Öffnung **84** auf.

[0091] Die erste Aufnahme **80** ist vorzugsweise im Querschnitt im Wesentlichen rechteckförmig ausgestaltet, wobei in den Seitenbegrenzungselementen **86, 87** an den Seitenflächen eine Nut bzw. ein Hinterschnitt **90** gebildet ist. Gegenüber von der Bodenfläche **88** ist zwischen den Seitenbegrenzungselementen **86, 87** eine Öffnung **92** vorgesehen, durch die der jeweilige Festhaltestempel **72** hindurchgreifen kann. Bei der dargestellten Ausführungsform ist diese Öffnung **92** als Längsöffnung ausgebildet, die sich über die gesamte Länge des Halteelements **38-41** erstreckt.

[0092] Die zweite Aufnahme **82** ist zum Formen des Isolierstreifenstücks **12** ausgebildet. Sie weist mehrere Formflächen **94, 95, 96** auf, die Negativformen für Außenflächen des Isolierstreifenstücks **12** bilden. Die Form und Anordnung der Formflächen **94, 95, 96** werden entsprechend der Form und Anordnung der Seitenwände der zu isolierenden Windungsnuten **14** ausgewählt.

[0093] Die dritte Station **C** ist als Formstation zum Formen des Isolierstreifenstücks **12** ausgebildet. An dieser Formstation **C** wird das sich hier an dem dritten Halteelement **40** befindliche Isolierstreifenstück **12** durch die Formeinrichtung **98** geformt. Die Formeinrichtung **98** weist die Formen **54-57** sowie einen als Formelement wirkenden Prägestempel **106** auf. Der Prägestempel **106** ist an der dritten Station **C** verschiebbar angebracht, so dass er sich radial in die zweite Aufnahme **82** hineinbewegen kann und wieder herausgefahren werden kann.

[0094] Als Formflächen **94-96** sind hierzu eine erste Formfläche **94** zum Bilden einer ersten Seitenwan-

dung **100**, eine zweite Formfläche **95** zum Bilden eines Rückens **102** und eine dritte Formfläche **96** zum Bilden einer zweiten Seitenwandung **104** vorgesehen.

[0095] Der Prägestempel **106** ist dazu ausgebildet, beim Hineinschieben in die zweite Aufnahme **82** das dritte Isolierstreifenstück **12** aus der ersten Aufnahme **80** durch die spaltförmige Öffnung **84** hindurch in die zweite Aufnahme **82** zu drücken.

[0096] Der Prägestempel **106** ist vorzugsweise weiter dazu ausgebildet, das dritte Isolierstreifenstück **12** nach dem Hindurchdrücken durch die Öffnung **84** gegen die zweite Formfläche **95** zu drücken, wobei an den Kanten des freien Endes des Prägestempels und an den Übergängen zwischen der ersten Formfläche **94** und der zweiten Formfläche **95** sowie zwischen der zweiten Formfläche **95** und der dritten Formfläche **96** eine Prägung des Übergangs zwischen dem Rücken **102** und den Seitenwandungen **100, 104** erfolgt.

[0097] Zwischen einem durch die Formflächen **94, 95, 96** begrenzten Formbereich **108** und der spaltförmigen Öffnung **84** weist die zweite Aufnahme **82** in Richtung auf die Drehachse **48** konisch zulaufende Übergangsflächen **110** auf. Hierdurch ist der Übergang zwischen der ersten Aufnahme **80** und dem Formbereich **108** trichterförmig ausgebildet, so dass das Einfügen des Isolierstreifenstücks **12** durch die spaltförmige Öffnung **84** erleichtert ist.

[0098] Vorzugsweise erweitert sich der Formbereich **108** nach den Übergangsflächen **110** wieder, so dass der Formbereich **108** eine größere Breite als der durch die Übergangsflächen **110** begrenzte konische Übergangsbereich **112** hat.

[0099] Die die Seitenwandungen **100, 104** bildenden Formflächen **94, 96** sind an der dritten Station **C** ebenfalls derart schräg ausgebildet, so dass sich der Formbereich **108** von radial außen nach radial innen gesehen konisch verengt.

[0100] Der Prägestempel **106** weist an dem freien Ende **114** einen dickeren Bereich **116** und dann weiter radial außen einen dünneren Bereich **118** auf, der bei vollständigem Einführen des Prägestempels **106** in die zweite Aufnahme auf radialer Höhe des Übergangsbereichs **112** zu liegen kommt. Durch die konisch zulaufende Ausbildung des Formbereiches **108** mit schrägen Formflächen **94, 96** und die Aufeinanderfolge des dickeren Bereichs **116** und des dünneren Bereichs **118** an dem Prägestempel **106** kann das Isolierstreifenstück **12** durch die spaltförmige Öffnung **84** gedrückt werden, wobei die aufgestellten Schenkel **30, 32** in die durch die Ausbildung des dünneren Bereiches **118** geschaffene Vertiefung **120** ragen können und so durch den Übergangsbereich **112**

überführt werden können und dann an sich quer zu der benachbarten Formfläche **94**, **96** erstreckenden Schenkelstützflächen **122** zu liegen kommen.

[0101] Wie weiter der **Fig. 12** entnehmbar ist, weisen die erste bis vierte Form **54-57** jeweils ein erstes Formteil **124** und ein zweites Formteil **126** auf, die relativ zueinander für einen weiteren Schritt des Formens des Isolierstreifenstücks **12** bewegbar sind.

[0102] Die Relativbewegung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. In den dargestellten Ausführungsbeispielen sind die Formteile **124**, **126** relativ zueinander verschwenkbar.

[0103] An der ersten bis dritten Station **A** bis **C** befinden sich die Formteile **124**, **126** in einer ersten Position, in welcher die Aufnahmen **80**, **82** die zuvor geschilderte Ausrichtung und Ausbildung haben.

[0104] Hierzu ist das erste Formteil **124** an einem ersten Halteteilelement **128** ausgebildet, und das zweite Formteil **126** ist an einem zweiten Halteteilelement **130** ausgebildet. Weiter ist eine Halteteilelement-Antriebseinrichtung **148** zum Antreiben einer Relativbewegung des ersten und des zweiten Halteteilelements **128**, **130** vorgesehen. Deren Wirkung und Funktion wird im Folgenden näher dargestellt.

[0105] Die Form, die das dritte Isolierstreifenstück **12** an der dritten Station **C** erhält, ist näher in **Fig. 5** dargestellt. Hier sind der entsprechend geprägte Rücken **102** sowie die erste Seitenwandung **100** und die zweite Seitenwandung **104** zu sehen. Dabei sind die Seitenwände **100**, **104** noch schräg zueinander ausgebildet, so dass sich im Querschnitt eine Trapezform ausbildet, wobei der Rücken **102** eine schmälere Seite des Trapezes bildet. An der breiteren Seite ist das Isolierstreifenstück **12** noch offen, so dass der Prägestempel **106** wieder herausgefahren werden kann. Diese Öffnung wird links und rechts durch die umgebogenen, hier mit einem Winkel größer als 90 Grad zu der jeweiligen Seitenwandung **100**, **104** verlaufenden Schenkel **30**, **32** begrenzt.

[0106] An der oder im Verlauf der Bewegung zu der vierten Station **D** erfolgt dann der achte Schritt **8**, wonach das an der vierten Station **D** in dem vierten Halteelement **41** gehaltene vierte Isolierstreifenstück **12** aus der in **Fig. 5** dargestellten Form in die in **Fig. 6** dargestellte Form gefaltet wird. Wie aus **Fig. 12** ersichtlich, werden hierzu das erste Halteteilelement **128** und das zweite Halteteilelement **130** durch die Halteteilelement-Antriebseinrichtung **148** relativ zueinander bewegt, so dass auch das erste Formteilelement **124**, welches die erste Formfläche **94** aufweist, und das zweite Formteilelement **126**, welches die dritte Formfläche **96** aufweist, relativ zueinander bewegt werden.

[0107] Bei der dargestellten Ausführungsform werden hierzu die Halteteilelemente **128**, **130** relativ zueinander verschwenkt. Bei anderen Ausgestaltungen sind auch andere Bewegungen möglich.

[0108] Das Antreiben dieser Eigenbewegung des Halteelements **41** kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen.

[0109] Bei einer nicht näher dargestellten Ausgestaltung weist die Halteteilelement-Antriebseinrichtung **148** einen gesonderten Antrieb oder einen gesonderten Aktor auf (nicht dargestellt). Dieser kann z.B. an der vierten Station **D** ausgebildet sein und durch ein angetrieben bewegbares Element das Halteelement **41** zum Bewegen desselben erfassen. Beispielsweise sind zwei Schieber vorgesehen, welche durch Einschieben die Halteteilelemente **128**, **130** relativ zueinander verschwenken. Bei einer anderen Ausgestaltung weist die Halteteilelement-Antriebseinrichtung **148** am Übergang zu der vierten Station **D** eine Kulissenführung (nicht dargestellt) auf, in die entsprechende Gegenelemente an den Halteteilelementen **128**, **130** eingreifen, so dass durch die Bewegung der Transporteinrichtung **42** relativ zu der Kulissenführung die Bewegung der Halteteilelemente **128**, **130** initiiert wird.

[0110] So werden an der vierten Station **D** oder im Verlauf der Bewegung zu der vierten Station die Formflächen **94**, **96** zueinander ausgerichtet. Die Übergangflächen **110** können hierzu als Anschlag dienen.

[0111] Weiter weist die vierte Station **D** die Einschiebeeinrichtung **140** auf. Diese weist einen hier nicht näher dargestellten vierten Schieber auf, der, beispielsweise geführt durch Führungsnuten **132**, in der ersten Formfläche **94** und der dritten Formfläche **96** axial in die zweite Aufnahme **82** geschoben wird und axial insgesamt durch das vierte Halteelement **41** geschoben wird, um das fertig geformte Isolierstreifenstück **12** aus dem vierten Halteelement **41** heraus und durch eine in **Fig. 8** angedeutete Ausstoßöffnung **134** in einer Lagerplatte **136** der Transporteinrichtung **42** hindurch in die hiermit ausgerichtete Windungsnut **14** des Stators **18** zu schieben, wie dies in **Fig. 7** angedeutet ist. Anschließend an das Einschieben wird der Stator **18** mit einer nicht näher dargestellten Statorhalte- und Bewegungseinrichtung um eine Nut weitergedreht, bis die nächste Windungsnut **14** mit der Ausstoßöffnung **134** fluchtet.

[0112] Bei der in den **Fig. 8** bis **Fig. 12** dargestellten Ausführungsformen der Vorrichtung **20** wurde somit die Durchführung der oben genannten Schritte **4** bis **9** auf Stationen **A-D** verteilt, die um eine horizontale Achse - Drehachse **48** - herum in einem Werkzeugrevolver **46** rotarisch angeordnet sind.

[0113] Die Schritte **4** bis **9** wurden dazu auf einen ersten bis vierten Takt aufgeteilt. Hierdurch verringert sich auch der Bauraumbedarf. In dem ersten Takt - an der ersten Station **A** - wird das beispielsweise als Papier ausgebildete Isolationsmaterial mit bereits hochgeklappten Schenkeln **30**, **32** - nach dem dritten Schritt **3** - in den Werkzeugrevolver **46** geschoben. Die Länge der späteren Nutisolierung **138** - siehe **Fig. 7** - hängt davon ab, wie weit der Streifen **10** Isolationsmaterial eingeschoben wird.

[0114] Weiter wird im ersten Takt, an der ersten Station **A**, der Streifen **10** Isolationsmaterial geklemmt, und der erste Schieber **69** wird eingefahren. Anschließend wird die Isolation abgeschnitten und gleichzeitig der Kragen **70** geprägt. Der erste Schieber **69** fährt wieder heraus.

[0115] Im Anschluss dreht sich der Werkzeugrevolver **46** um 90 Grad zum zweiten Takt - an der zweiten Station **B**. Hier wird durch den zweiten Schieber **74** der Kragen **70** umgelegt und durch einen dritten Schieber **76** das Isolierungsstreifenstück **12** vollständig in den Werkzeugrevolver **46** geschoben. Anstelle der Ausbildung mit einem zweiten Schieber **74** und einem dritten Schieber **76** können die Funktionen derselben auch in einem kombinierten gemeinsamen Schieber durchgeführt werden.

[0116] Nach einer weiteren Drehung um 90 Grad zum dritten Takt - dritte Station **C** - fährt der Prägestempel **106** ein. Hierbei wird das Isolierungsstreifenstück **12** in eine Prägeform - z.B. die dritte Form **56** - gedrückt und bekommt den Rücken **102** geprägt. Der Prägestempel **106** fährt vor der nächsten Drehung um 90 Grad wieder heraus. Bei dieser letzten Drehung werden zwei Formhälften - erstes Halteelement **128** und zweites Halteelement **130** - über eine Kulisse zusammengeklappt, und das Isolierungsstreifenstück **12** wird zusammengefaltet - achter Schritt **8**. Dadurch erhält das Isolierungsstreifenstück **12** die endgültige Form. In dem vierten Takt - an der vierten Station **D** - drückt ein Ausschieber (vierter Schieber, nicht dargestellt) die fertige Nutisolierung **138** aus dem Werkzeugrevolver **46** in den Stator **18**. Nach dem Zurückfahren des Ausschiebers kann der Werkzeugrevolver **46** wieder auf den ersten Takt - in die erste Station **A** - drehen. Der Vorgang wiederholt sich. Bei jeder Taktung wird an der ersten Station **A** ein neuer Streifen **10** Isoliermaterial eingeschoben, so dass immer vier Isolierungsstreifenstücke **12** gleichzeitig in dem Werkzeugrevolver **46** liegen. Der Stator **18** selbst wird nach jedem Einschieben einer Nutisolierung **138** um eine Nut weitergedreht.

[0117] Das Isolierungsstreifenstück **12** verbleibt während der gesamten Prozessdauer im selben Formstück - Form **54-57**. Hierdurch wird ein direkter Transport des Isolierungsstreifenstücks **12** selbst vermieden.

[0118] Bei der Ausgestaltung der **Fig. 8** bis **Fig. 12** sind die mehreren Halteelemente **38-41** an einem Werkzeugrevolver **46** ausgebildet, so dass eine Transporteinrichtung **42** durch den Werkzeugrevolver **46** und dessen Drehantrieb **50** gebildet sind. Hierdurch wird eine kreisförmige Umlaufbahn **44** gebildet, an deren Umfang mehrere Stationen **A-D** ausgebildet werden können, so dass mehrere Bearbeitungsschritte parallel und gleichzeitig durchgeführt werden können.

[0119] Die hier dargestellte Idee ist jedoch nicht auf die Ausführung als Werkzeugrevolver **46** beschränkt. Die entsprechenden mehreren Halteelemente **38-41** können auch auf anders ausgebildeten Umlaufbahnen **44** von Station zu Station bewegt werden, wie dies in **Fig. 13** dargestellt ist. Eine denkbare Anordnung wäre als Kette oder Paternoster mit Rückführung der Halteelemente **38-41** mit entsprechenden Formen **54-57**. So kann auch eine andere Anordnung der Stationen **A-D** erfolgen. Dabei werden jedoch stets wenigstens zwei Schritte des Verfahrens und dabei insbesondere der Schritt des Formens des Isolierstreifenstücks **12** und der Schritt des Einschubens des geformten Isolierstreifenstücks **12** parallel an unterschiedlichen Stationen durchgeführt.

Bezugszeichenliste

1	erster Schritt
2	zweiter Schritt
3	dritter Schritt
4	vierter Schritt
5	fünfter Schritt
6	sechster Schritt
7	siebter Schritt
8	achter Schritt
9	neunter Schritt
10	Streifen (aus Isoliermaterial)
12	Isolierungsstreifenstück
14	Windungsnut
16	Bauteil
18	Stator
20	Vorrichtung
22	Vorratsrolle
24	Sickrolle
28	Umlenk- und Glättrolle
30	erster Schenkel
32	zweiter Schenkel
34	Sicke

36	Schenkelumbiegeeinrichtung	100	erste Seitenwandung
38	erstes Halteelement	102	Rücken
39	zweites Halteelement	104	zweite Seitenwandung
40	drittes Halteelement	106	Prägestempel
41	viertes Halteelement	108	Formbereich
42	Transporteinrichtung	110	Übergangsfläche
44	Umlaufbahn	112	Übergangsbereich
46	Werkzeugrevolver	114	freies Ende
48	Drehachse	116	dickerer Bereich
50	Drehantrieb	118	dünnerer Bereich
52	Drehwelle	120	Vertiefung
54	erste Form	122	Schenkelstützfläche
55	zweite Form	124	erstes Formteil
56	dritte Form	126	zweites Formteil
57	vierte Form	128	erstes Halteteilelement
58	Bereitstelleinrichtung	130	zweites Halteteilelement
60	Schneideinrichtung	132	Führungsnut
61	Schneidklinge	134	Ausstoßöffnung
62	Schneidkante	136	Lagerplatte
63	Schräge	138	Nutisolierung
64	Spalt	140	Einschiebeeinrichtung
66	Einlaufführung	142	Kragenprägeeinrichtung
68	Schneidblock	144	Kragenumschlageinrichtung
69	erster Schieber	146	Positioniereinrichtung
70	Kragen	148	Halteelement-Antriebseinrichtung
72	Festhaltestempel	A	erste Station
74	zweiter Schieber	B	zweite Station
76	dritter Schieber	BS	Breite des Streifens
80	erste Aufnahme	C	dritte Station
82	zweite Aufnahme	D	vierte Station
84	spaltförmige Öffnung		
86	erstes Seitenbegrenzungselement		
87	zweites Seitenbegrenzungselement		
88	Bodenfläche		
90	Hinterschnitt		
92	Längsöffnung		
94	erste Formfläche		
95	zweite Formfläche		
96	dritte Formfläche		
98	Formeinrichtung		

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

- US 6282773 B1 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Nutisolierungen (138) für Windungsnuten (14) eines Bauteils (16) einer elektrischen Maschine, umfassend

a) Bereitstellen eines Streifens (10) Isoliermaterials,
 c) Abschneiden eines Isolierungsstreifenstücks (12) von dem Streifen (10),
 d) Formen des Isolierungsstreifenstücks (10) zur Anpassung an die Form der Windungsnut (14) und
 e) Einschieben des geformten Isolierungsstreifenstücks (12) in die Windungsnut (14), **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die Schritte d) und e) für wenigstens zwei in unterschiedliche Windungsnuten (14) einzuschiebende Isolierungsstreifenstücke (12) parallel durchgeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schritte c), d) und e) für wenigstens drei jeweils in unterschiedliche Windungsnuten (14) einzuschiebende Isolierungsstreifenstücke (12) parallel durchgeführt werden.

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Schritte Formen des Isolierungsstreifenstücks (12) in einer von mehreren Formen (54-57) und Führen der mehreren Formen (54-57) auf einer Umlaufbahn (44), die wenigstens eine Aufnahme station (A) zum Aufnehmen des Isolierungsstreifenstücks (12) und eine Abgabestation (D) zum Einschieben des geformten Isolierungsstreifenstücks (12) in die Windungsnut (14) enthält.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **gekennzeichnet durch** Verwenden zumindest einer ersten, einer zweiten und einer dritten Form (54-56), die getaktet auf der Umlaufbahn (44) zumindest von der Aufnahme station (A) zu einer Formstation (C), von der Formstation (C) zu der Abgabestation (D) und von der Abgabestation (D) zu der Aufnahme station (A) verfahren werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **gekennzeichnet durch** Verwenden einer vierten Form (57), wobei die erste bis vierte Form (54-57) getaktet zwischen den Stationen (A-D) auf der Umlaufbahn (44) verfahren werden, wobei die Stationen (A-D) noch zwischen der Aufnahme station (A) und der Formstation (C) eine Positionierstation (B) umfassen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**,
 6.1 dass das Abschneiden an der Aufnahme station (A) erfolgt und/oder
 6.2 dass Formen (54-57) mit einem ersten (124) und einem zweiten Formteil (126) verwendet werden und dass das erste und das zweite Formteil (124, 126) im Zuge der Bewegung zu zumindest einer oder an zu

mindest einer der Stationen (D) auf der Umlaufbahn (44) relativ zueinander zur Formveränderung des Isolierungsstreifenstücks (12) bewegt werden.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Herstellung in Bearbeitungstakten erfolgt, wobei zwei, drei, vier oder mehr Bearbeitungstakte parallel durchgeführt werden, wobei die Bearbeitungstakte ausgewählt werden aus einer Gruppe von Bearbeitungstakten, die enthält:

- Formen wenigstens einer Längskante oder mehrerer Längskanten des Streifens (10) oder des Isolierungsstreifenstücks (12);
- Abschneiden des Isolierungsstreifenstücks (12) und/oder Umschlagen eines Kragens (70) an einer Vorderkante des Streifens (10) und/oder an einer Hinterkante des Isolierungsstreifenstücks (12);
- Positionieren des Isolierungsstreifenstücks (12) in der Form (55);
- Prägen des Isolierungsstreifenstücks (12) mittels eines Prägestempels (106) in der Form (56), um die Nutisolierung (138) zu formen, und
- Verschieben des geformten Isolierungsstreifenstücks (12) aus der Form (57) in die Windungsnut (14).

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

8.1 dass das Verfahren den Schritt enthält:
 b) Formen wenigstens eines Längskantenbereichs des Streifens (10) oder des Isolierungsstreifenstücks (12) und/oder
 8.2 dass Schritt c) enthält: Auswählen der sich in Bewegungsrichtung des Streifens (10) erstreckenden Isolierungsstreifenstücklänge des abzuschneidenden Isolierungsstreifenstücks (12) abhängig von der axialen Länge der Windungsnut (14); und dass Schritt e) enthält: Einschieben des geformten Isolierungsstreifenstücks (12) in einer sich in Richtung der Isolierungsstreifenstücklänge erstreckenden Einschieberichtung.

9. Vorrichtung (20) zum Herstellen von Nutisolierungen (138) für Windungsnuten (14) eines Bauteils (16) einer elektrischen Maschine, umfassend:

- eine Bereitstellereinrichtung (58) zum Bereitstellen eines Streifens (10) Isoliermaterials,
- eine Schneideeinrichtung (60) zum Abschneiden eines Isolierungsstreifenstücks (12) von dem Streifen (10),
- eine Formeinrichtung (98) zum Formen des Isolierungsstreifenstücks (12);
- eine Einschiebereinrichtung (140) zum Einschieben des geformten Isolierungsstreifenstücks (12) in die Windungsnut (14), und
- eine Transporteinrichtung (42) mit mehreren Halteelementen (38-41) zum Halten je wenigstens eines Isolierungsstreifenstückes (12), wobei die Halteelemente (38-41) auf einer Umlaufbahn (44) mit mehreren Stationen (A-D) zur gleichzeitigen Bearbei-

tung mehrerer Isolierstreifenstücke (12) bewegbar sind.

10. Vorrichtung (20) nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** eines, mehrere oder alle der folgenden Merkmale,

10.1 dass die Transporteinrichtung (42) als Halteelemente (38-41) mehrere Formen (54-57) der Formeinrichtung (98) aufweist;

10.2 dass die Transporteinrichtung (42) einen Werkzeugrevolver (46) aufweist oder als solcher ausgebildet ist;

10.3 dass die Transporteinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, die Halteelemente (38-41) von einer Aufnahmestation (A) zur Aufnahme eines durch die Schneideinrichtung (60) abgeschnittenen Isolierstreifenstücks (12) zu einer Formstation (C) zum Formen des Isolierstreifenstücks (12) durch die Formeinrichtung (98), von der Formstation (C) zu einer Abgabestation (D) zum Einschieben des geformten Isolierstreifenstücks (12) in die Windungsnut (14) und von der Abgabestation (D) zu der Aufnahmestation (A) zu bewegen;

10.4 dass die Transporteinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, die Halteelemente (38-41) von einer Aufnahmestation (A) zur Aufnahme eines durch die Schneideinrichtung (60) abgeschnittenen Isolierstreifenstücks (12) zu einer Positionierstation (B) zum Positionieren des Isolierstreifenstücks (12) in einer Form (54-57) der Formeinrichtung (98), von der Positionierstation (B) mit der Form (54-57) zu einer Formstation (C) zum Formen des Isolierstreifenstücks (12) durch die Formeinrichtung (98), von der Formstation (C) zu einer Abgabestation (D) zum Einschieben des geformten Isolierstreifenstücks (12) in die Windungsnut (14) und von der Abgabestation (D) zu der Aufnahmestation (A) zu bewegen;

10.5 dass die Transporteinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, ein erstes Halteelement (38) von einer ersten Station (A) zu einer zweiten Station (B) auf der Umlaufbahn (44) zu bewegen und gleichzeitig hierzu ein zweites Halteelement (39) von der zweiten Station (B) zu der ersten (A) oder zu einer weiteren Station zu bewegen;

10.6 dass die Transporteinrichtung (42) ein erstes, ein zweites und ein drittes Halteelement (38, 39, 40) zur gleichzeitigen Bearbeitung von wenigstens drei Isolierstreifenstücken (12) an einer ersten bis dritten Station (A, B, C) aufweist;

10.7 dass die Transporteinrichtung (42) ein erstes, ein zweites, ein drittes und ein viertes Halteelement (38-41) zur gleichzeitigen Bearbeitung von wenigstens vier Isolierstreifenstücken (12) an einer ersten bis vierten Station (A-D) aufweist;

10.8 dass die Schneideinrichtung (60) eine Kragenumschlagereinrichtung (144) zum Umschlagen einer Vorderkante des Streifens (10) und/oder einer Hinterkante des abgeschnittenen Streifenstücks (12) aufweist;

10.9 dass die Formeinrichtung (98) an einer Formstation (C) ein Formelement oder einen Prägestempel (106) aufweist; und/oder

10.10 dass eine Kantenaufstelleinrichtung (36) zum Aufstellen wenigstens einer Längskante des Streifens (10) und/oder des Isolierstreifenstücks (12) vorgesehen ist.

11. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schneideinrichtung (60) zum Abschneiden des Isolierstreifenstücks (12) mit einer von der Länge der zu isolierenden Windungsnut (14) abhängigen Isolierstreifenstücklänge ausgebildet ist und dass die Einschiebeeinrichtung (140) zum Einschieben des geformten Isolierstreifenstücks (12) in einer in Richtung der Isolierstreifenstücklänge gerichteten Einschieberichtung ausgebildet ist.

12. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,

12.1 dass jedes Halteelement (38-41) ein erstes Halteteillement (128) und ein zweites Halteteillement (130) aufweist, wobei die Halteteillemente (128, 130) relativ zueinander bewegbar sind und/oder

12.2 dass jedes Halteelement (38-41) an der Transporteinrichtung (42) beweglich gelagert ist; und dass eine Halteelement-Antriebseinrichtung (148) zum Antreiben der Relativbewegung der Halteteillemente (128, 130) bzw. der Bewegung des Halteelements (38-41) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung (20) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halteelement-Antriebseinrichtung (148)

13.1 zum Antreiben der Relativbewegung bzw. Bewegung an einer oder mehreren und/oder vor einer oder mehreren der Stationen (A-D) ausgebildet ist und/oder

13.2 ausgewählt ist aus der Gruppe von Antriebseinrichtungen, die einen aktiven Einzelantrieb, einen separaten Einzelantrieb, einen Aktor, eine Kulissensteuerung, eine feststehende Kulisse und ein Kulissenfolgeelement und ein Koppelgetriebe zum Kopeln der Halteelement-Bewegung oder Halteteillement-Relativbewegung mit der Bewegung der Transporteinrichtung (42) umfasst.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

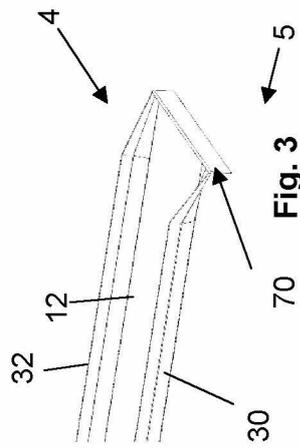


Fig. 3

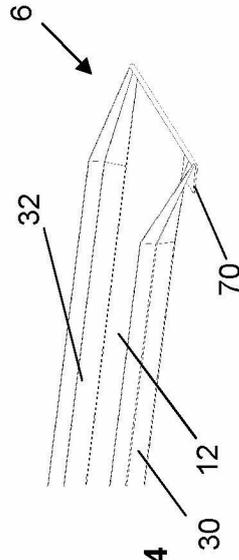


Fig. 4

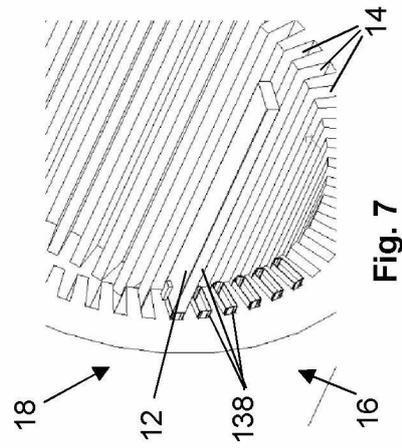


Fig. 7

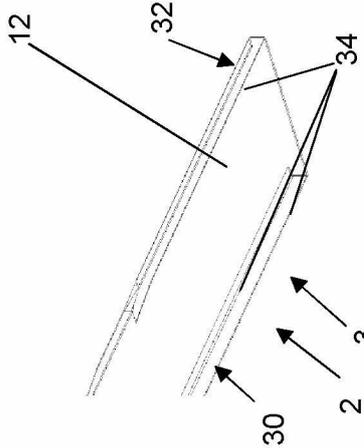


Fig. 2

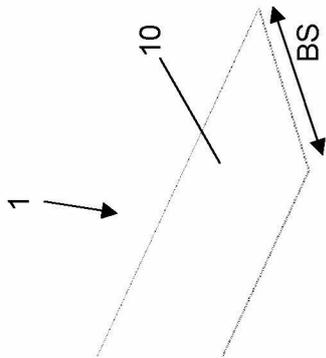


Fig. 1

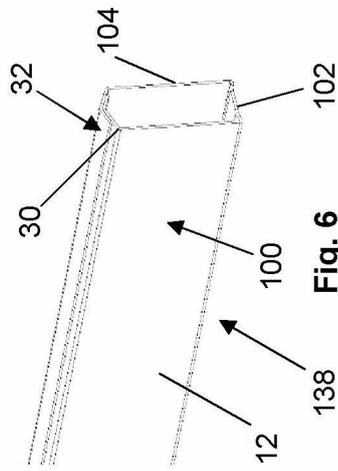


Fig. 6

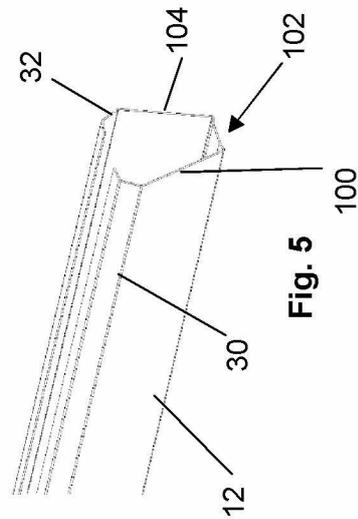
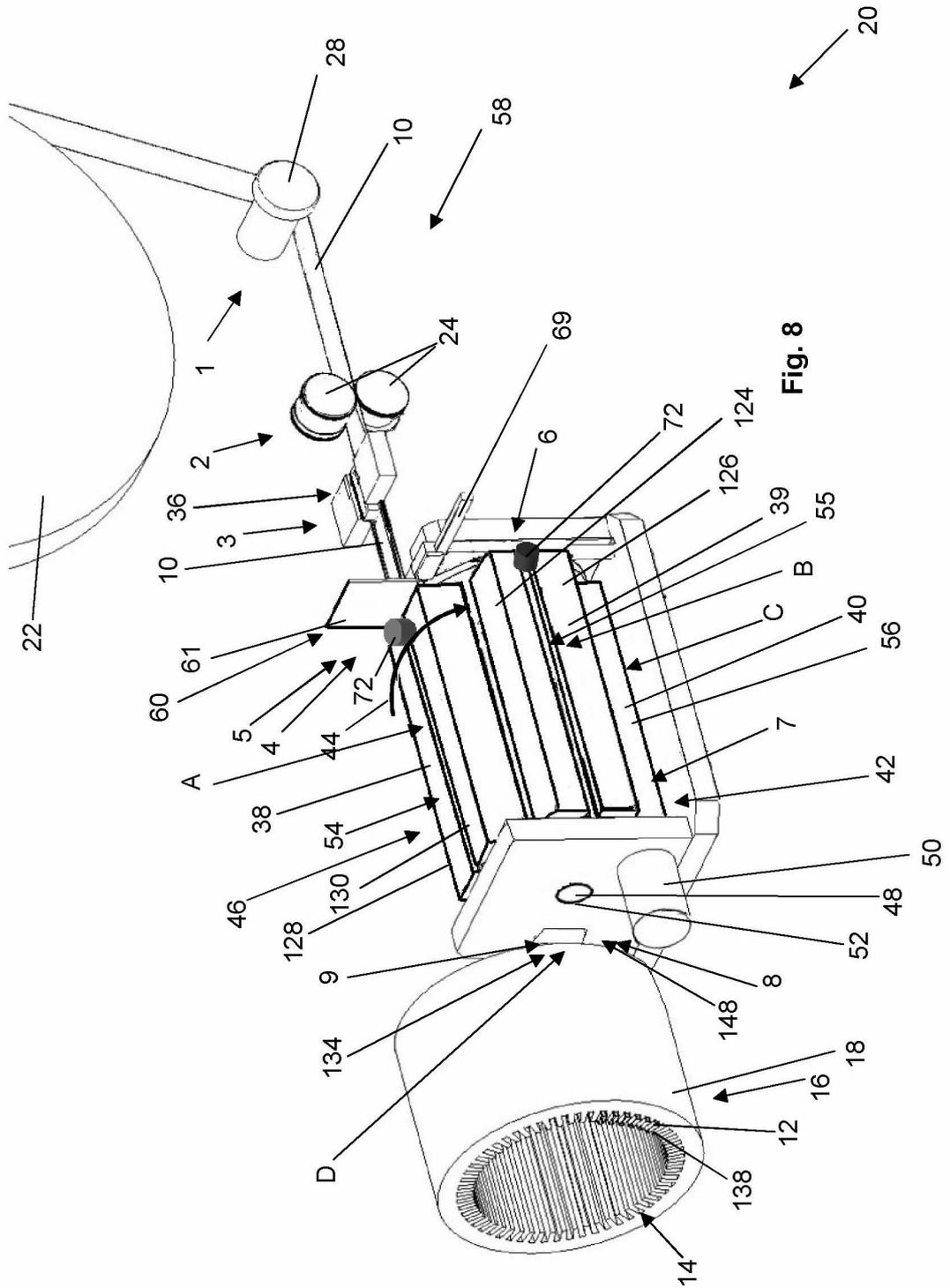
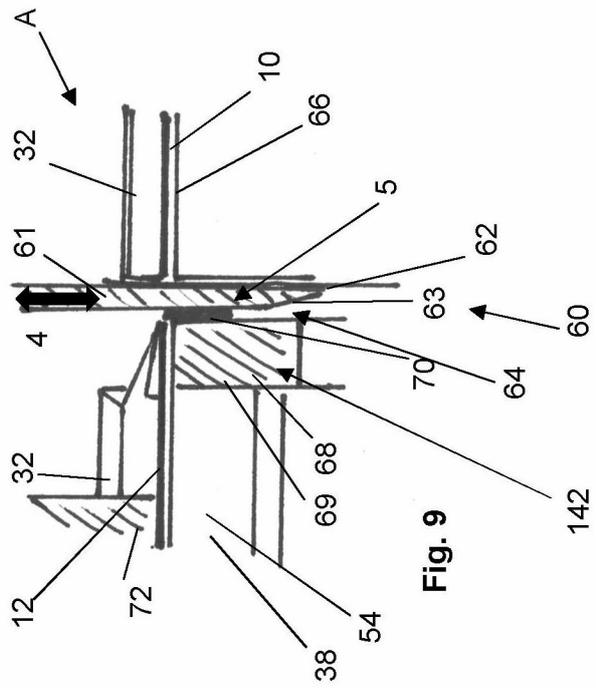
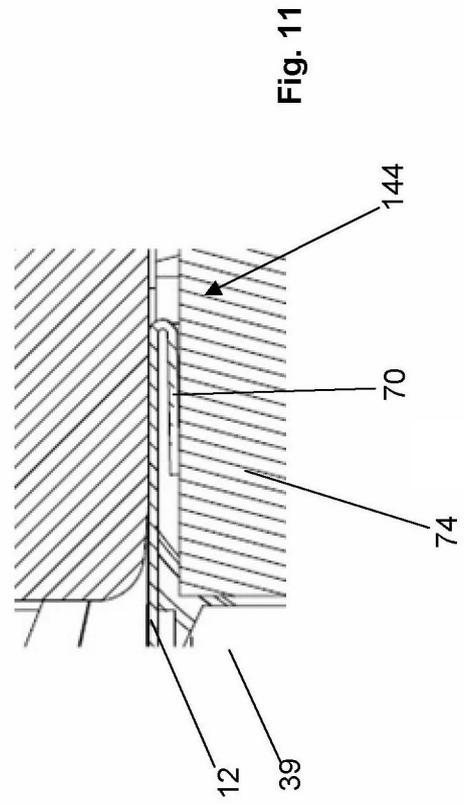
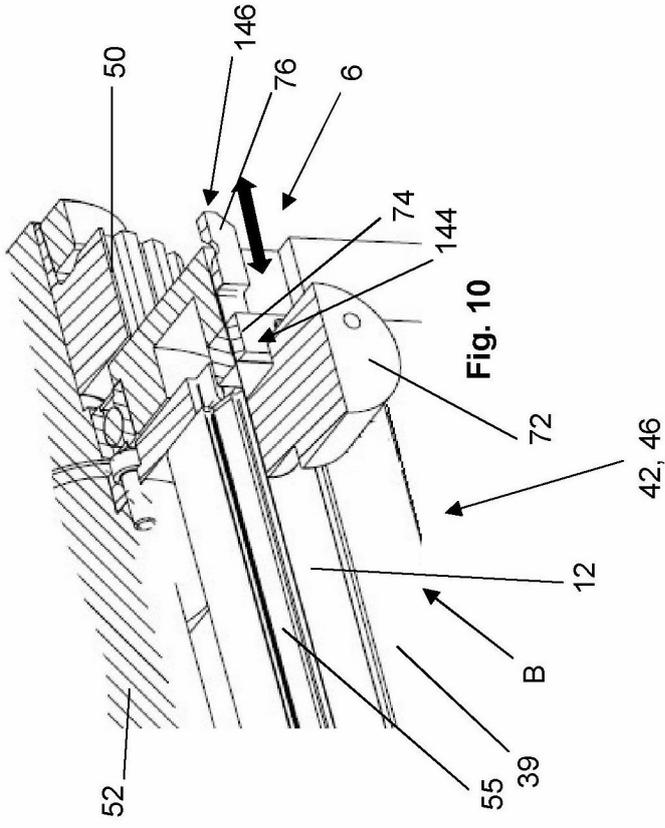


Fig. 5





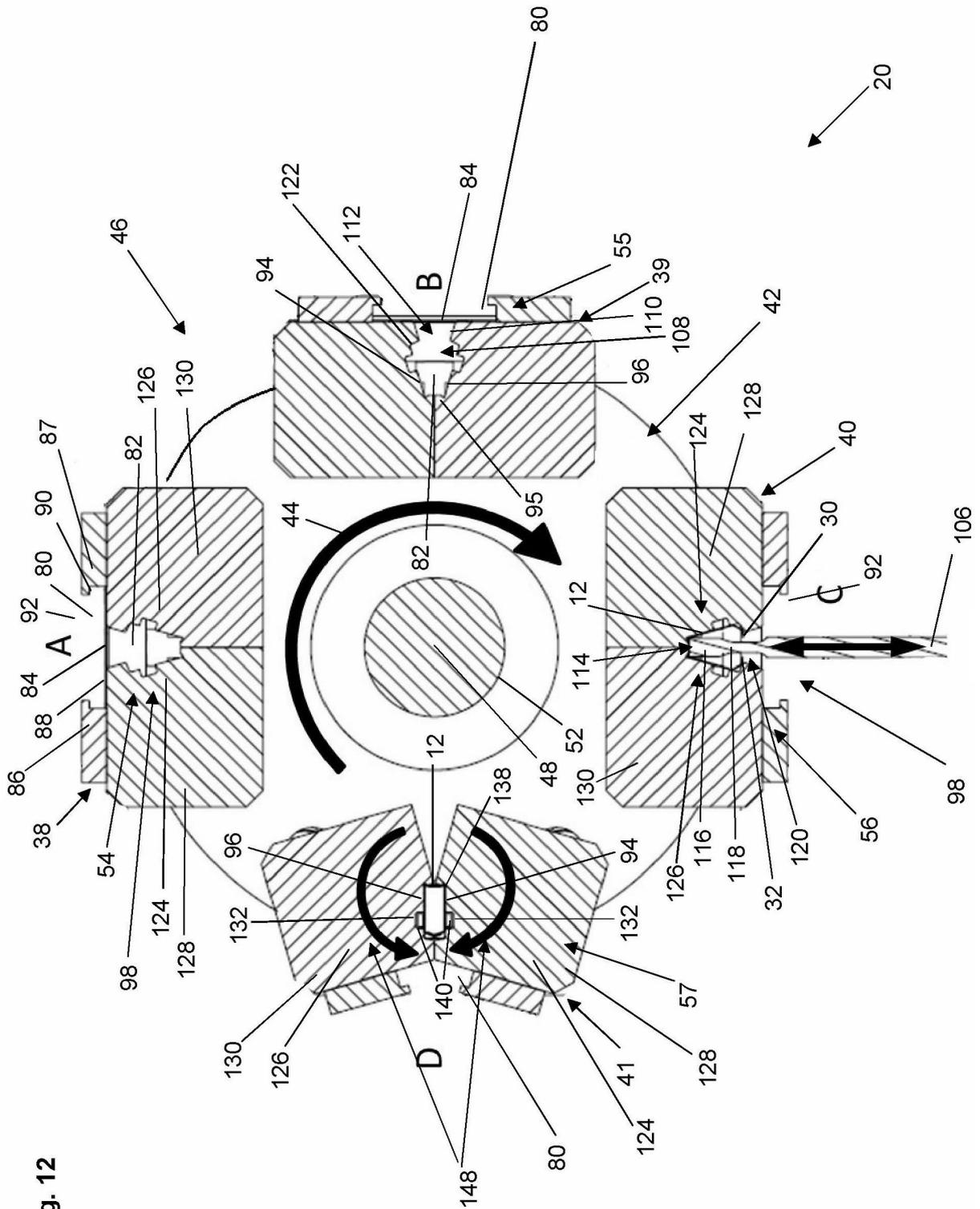


Fig. 12

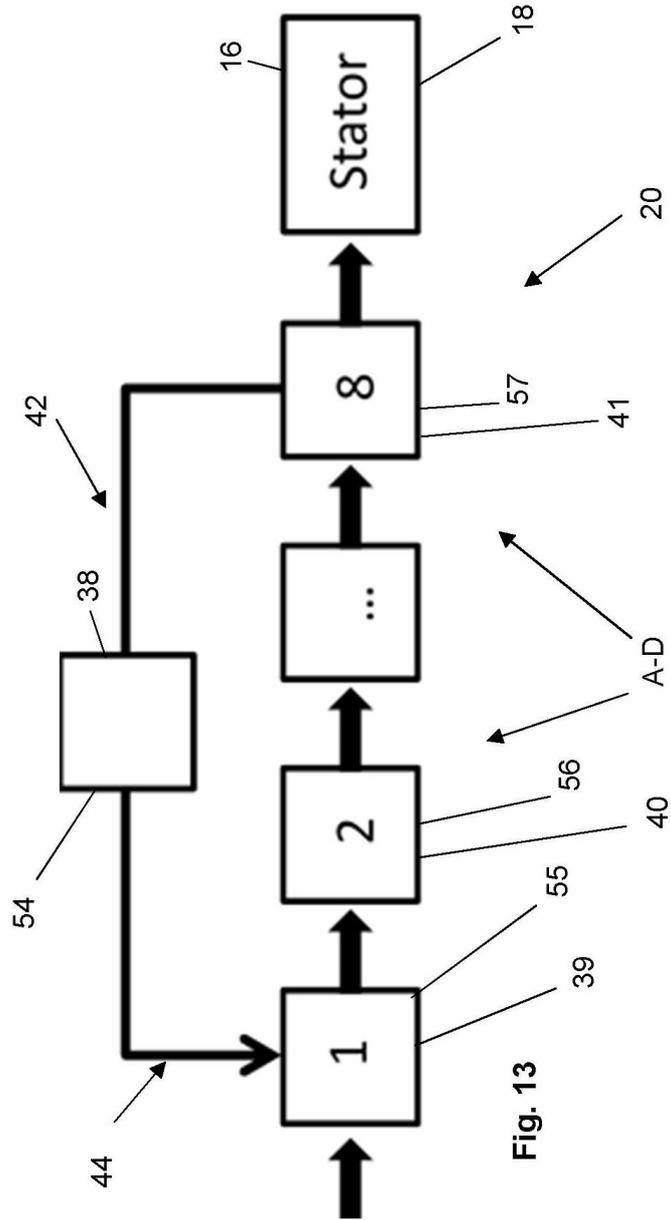


Fig. 13