



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 11 955 T2** 2007.11.15

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 435 685 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 11 955.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 028 093.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **09.12.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.07.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **21.02.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.11.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H02K 15/08** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

432392 P 09.12.2002 US

(73) Patentinhaber:

**Axis S.p.A., Tavarnelle Val di Pesa,
Florenz/Firenze, IT**

(74) Vertreter:

**Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, 81679 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR**

(72) Erfinder:

**Stratico, Gianfranco, 53100 Siena, IT; Lumini,
Antonio, 50014 Sesto Fiorentino-Firenze, IT**

(54) Bezeichnung: **Apparat und Verfahren zur Herstellung einer Mehrleiter-Wicklung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Lösungsvorschläge für das Wickeln von Spulen aus Draht auf dynamoelektrische Maschinenkomponenten. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf das Bilden von Drahtspulen durch gleichzeitiges Wickeln einer Mehrzahl von Drähten auf die dynamoelektrische Maschinenkomponente. Beispielsweise können Drahtspulen auf die Pole eines Laminationskerns (lamination core) gewickelt werden, oder sie können in Komponenten welche keine Pole benötigen oder besitzen auf sich selbst gewickelt werden.

[0002] Diese Drahtspulen haben den Zweck, ein elektromagnetisches Feld zu erzeugen, welches in der bestimmungsgemäßen Anwendung der dynamoelektrischen Maschinenkomponente benötigt wird. Beispielsweise kann der zuvor erwähnte Laminationskern entweder ein Stator Kern oder ein Anker Kern einer dynamoelektrischen Maschine sein. Die dynamoelektrische Maschine als Ganzes kann ein Elektromotor sein, welcher für viele Typen von Antriebssanwendungen verwendet wird.

[0003] Um die Menge an Draht zu maximieren, welcher in den Zwischenräumen der dynamoelektrischen Maschinenkomponente platziert werden kann, müssen die Windungen der Drahtspule regelmäßig angeordnet sein (z. B. entlang der Seiten der Polstücke), ohne dass die Mehrzahl von aufeinander liegenden Drähten verdreht wird. Des Weiteren müssen die Drähte so platziert werden, dass die Drahtwindungen in einer aufsteigenden oder absteigenden Schichtformation positioniert werden (im Stand der Technik und hierin allgemein als „Stratifikation“ bezeichnet).

[0004] Das Dokument CH 456754 befasst sich mit dem Wickeln eines Stators mit einer Mehrzahl von Drähten, welche durch eine Drahtdüse ausgegeben werden, die mehrere Ausgänge aufweist, welche außerhalb der Schlitze des Stators gehalten werden. Die Drahtdüse wird neben den Enden des Stators gedreht, um das Verdrehen der Drähte zu verhindern.

[0005] Das Dokument US 5,964,429 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Wickeln von Draht auf einen Stator, welcher abgeschrägte Schlitze aufweist. Die Lösungsvorschläge der vorliegenden Anmeldung beziehen sich im Allgemeinen auf diejenigen, welche in dem US-Patent 6,622,955, welches allgemein auf Stratico et al. eingetragen ist, beschrieben werden.

[0006] Gängige Wickelvorrichtungen können es bestimmten Teilen der Drahtwindungen gestatten, dass

sie ungleichmäßig akkumulieren und sich an bestimmten Stellen von der Seite der Ansammlung von Drahtspulen her nach außen wölben. Solche Auswölbungen können, insbesondere wenn man den begrenzten Raum in Betracht zieht, welcher auf einer dynamoelektrischen Maschinenkomponente erhältlich ist, während des Drahtwickelprozesses einen Zugang durch die begrenzten Komponentenzwischenräume be- oder verhindern.

[0007] Die Situation verschlimmert sich sogar noch, wenn der Wickelprozess ein simultanes Wickeln einer Mehrzahl von Drähten verlangt, um eine einzige Drahtspule zu bilden, insbesondere wenn das Drahtausgabemittel durch die Zwischenräume auf der dynamoelektrischen Maschinenkomponente verlaufen muss, um die verschiedenen Drähte zu wickeln. Als ein Ergebnis des Bedarfs an mehreren Drähten werden mit höherer Wahrscheinlichkeit Ausbuchtungen durch das Verdrehen der Mehrzahl von Drähten erzeugt und können die Bewegung des Drahtausgabemittels innerhalb der Komponentenzwischenräume behindern.

[0008] Die vorliegende Erfindung schlägt daher vor, mehrere Drahtwickelprozesse auszuführen, die Drahtverdrehungen sowie eine unsachgemäße Platzierung der Drähte verhindern. Des Weiteren schlägt die vorliegende Erfindung vor, die Fähigkeit des Drahtausgabemittels zu verbessern, die Zwischenräume der dynamoelektrischen Maschinenkomponente zu überqueren. Als eine Konsequenz sind die Wickelprozesse, welche mit der vorliegenden Erfindung ausgeführt werden, weniger störungsanfällig und in der Lage, mehr Draht innerhalb der Komponentenzwischenräume aufzunehmen und höhere Wickelgeschwindigkeiten bereitzustellen.

[0009] Diese oder andere Ziele der vorliegenden Erfindung werden in Übereinstimmung mit den Ansprüchen 1 und 13 erreicht und werden noch offensichtlicher werden bei einer Betrachtung der folgenden Zeichnungen und der detaillierten Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0010] Nicht einschränkende Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0011] [Fig. 1](#) eine teilweise Aufrissansicht eines gewickelten Statorkerns ist, von einem axialen Ende her betrachtet;

[0012] [Fig. 2](#) eine teilweise Schnittansicht des Statorkerns ist, welche bestimmte Teile der Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zeigt, wie aus der Richtung 2 gemäß [Fig. 1](#) zu gesehen;

[0013] [Fig. 3](#) eine teilweise Schnittansicht der Vorrichtung entlang der Linie 3-3 gemäß [Fig. 2](#) ist,

[0014] [Fig. 4](#) eine teilweise Schnittansicht ähnlich zu [Fig. 3](#) ist, welche die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zeigt, wie sie links von der in [Fig. 3](#) gezeigten Vorrichtung angeordnet ist und

[0015] [Fig. 5](#) eine schematische Ansicht ist, welche die Gesamtvorrichtung der Erfindung zeigt, gesehen von den Linien 5-5 gemäß [Fig. 2](#).

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0016] Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) weist der Stator Kern **10** einen hohlen zylindrischen Innenraum **11** auf, welcher entlang der longitudinalen Achse **12** zentriert ist. Der Innenraum **11** wird nach außen hin durch die Polstücke **13** begrenzt, welche von dem ringförmigen Teil **14** des Stator Kerns abstehen. Die Verlängerungen **13'** der Polstücke **13** sind üblicherweise die innersten Teile des Stator Kerns **10** und beschränken den Innenraum **11**. Die Lücken **16**, welche zwischen benachbarten Verlängerungen **13'** angeordnet sind, sind Zugangspassagen, welche eine Kommunikation zwischen dem Innenraum **11** und den Schlitzräumen **15** gestatten. Im Falle des gezeigten Stator Kerns sind die Lücken **16** und die Schlitzräume **15** um einen vorbestimmten Winkel bezüglich der zentralen Achse **12** geneigt.

[0017] Moderne Stator Kerne müssen eine kompakte Größe aufweisen. Gleichzeitig müssen die Stator Kerne eine signifikante Menge an ferromagnetischem Material aufweisen und somit eine hohe Drahtpräsenz innerhalb der Schlitzräume **15**. Als ein Ergebnis sind die Lücken **16** enger und die Räume **15** sind, im Vergleich zu den früheren Stator Kernen, sogar noch mehr mit Draht gefüllt. Zusätzlich wird das elektrische Schema des Stator Kerns üblicherweise so sein, das jede Spule **C** um einen einzelnen Pol herum gewickelt wird, wie z.B. eines der Polstücke **13**, welche in [Fig. 1](#) gezeigt sind. Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#), werden die Spulen **C** unterteilt gezeigt. Aus Gründen der Klarheit werden Teile der Spulen **C**, welche sich außerhalb des Stator Kerns befinden, nicht gezeigt.

[0018] Die Ausführungsform, welche in der vorliegenden Anmeldung gezeigt wird, ist auf das gleichzeitige Wickeln von drei Drähten um die Pole eines Stator Kerns herum, gerichtet. Es sollte jedoch verstanden werden, dass jede beliebige Anzahl von Drähten gleichzeitig gewickelt werden kann in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung. Es sollte auch verstanden werden, dass, obwohl die folgende Beschreibung sich auf eine Ausführungsform konzentriert, in der die Drahtspulen um einen einzelnen Pol herumgewickelt werden, die vorliegende Erfindung auch verwendet werden kann, um eine

Drahtspule um mehrere Pole zu wickeln.

[0019] Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#), wird eine Drahtdüse **20** in verschiedenen relativen aufeinanderfolgenden Positionen P1–P8 gezeigt, welche die Drahtdüse einnimmt, wenn sie sich um das Polstück **13** herumbewegt, um gleichzeitig die Drähte W1, W2, W3 auszugeben. Insbesondere werden durch relative Bewegungen der Drahtdüse **20** um das Polstück **13** herum die Drähte W1, W2, W3 gleichzeitig von jeweiligen Drahtausgängen **21**, **22** und **23** der Drahtdüse **20** ausgegeben, um gegenüber dem Polstück **13** gespannt zu werden.

[0020] Das Positionieren der Drahtdüse **20** in den Positionen P1–P8 kann durch relative Bewegungen zwischen dem Stator Kern **10** und der Drahtdüse **20** erreicht werden. Beispielsweise können der Stator Kern **10** und die Drahtdüse **20** mit einer relativen Drehung R1 gedreht werden, wenn die Drahtdüse **20** sich jenseits des Endes **10'** des Stator Kerns **10** befindet. Im Gegensatz dazu kann die relative Drehung R2 bereitgestellt werden, wenn die Drahtdüse **20** sich jenseits des Endes **10''** des Stator Kerns **10** befindet. Die Drehungen R1 und R2 erfolgen jeweils im Wesentlichen um die zentrale Achse **12** des Stator Kerns **10** herum.

[0021] Zwischen diesen Drehungen, und selbst während der Drehungen, können der Stator Kern **10** und die Drahtdüse **20** relativ in die Richtungen T1 und T2 bewegt werden, welche im Wesentlichen parallel zu der zentralen Achse **12** des Stator Kerns **10** sind. Aus Gründen der Klarheit zeigt [Fig. 2](#) nicht die verschiedenen Positionen des Stator Kerns **10**, wenn dieser relativ zu einer stationären Drahtdüse **20** bewegt wird. Stattdessen zeigt [Fig. 2](#) die Position der Drahtdüse **20** in der ersten Ebene (der Ebene von [Fig. 2](#)), wenn diese die relativen Bewegungen C1 und C2 und die relativen Drehungen R1 und R2 vollführt, während der Stator Kern **10** stationär ist. Es sollte jedoch verstanden werden, dass die Drehungen R1 und R2 und die Bewegungen T1 und T2 lediglich relativ zwischen der Drahtdüse **20** in dem Stator **10** erfolgen. Es können entweder die Düse **20** oder der Stator **10** bewegt werden, um diese relative Bewegung auszuführen. Es wird im Folgenden auch nützlich sein, eine unmittelbare relative „Flugbahn“ (oder Bewegungsrichtung) der Drahtdüse **20** bezüglich der relativen Bewegung zwischen der Drahtdüse **20** und dem Stator Kern **10** zu definieren. Diese unmittelbare relative Flugbahn (oder Bewegungsrichtung) der Drahtdüse **20** sollte verstanden werden als die unmittelbare Bewegungsrichtung der Drahtdüse **20** aufgrund der relativen Bewegung zwischen der Drahtdüse **20** und dem Stator **10**, gesehen von einem Bezugsrahmen, in welchem der Stator **10** festgehalten wird.

[0022] Es sollte verstanden werden, dass die Dre-

hungen R1 und R2 sequenziell ablaufen können, und kombiniert werden können mit den Translationen T1 und T2 um den geschlossenen Pfad **17** der Drahtdüse **20**, um das Polstück **13** herum zu vervollständigen. Ein einziger geschlossener Pfad **17** kann eine Windung der Drahtspule C mit den Drähten W1, W2 und W3 um den Pol **13** herumwickeln. Eine kumulative oder vorbestimmte Anzahl von geschlossenen Pfaden wie **17** (progressiv vervollständigt) hat das Wickeln der Anzahl von Windungen zur Folge, welche für die Spule C erforderlich sind. Wie es im Nachfolgenden vollständiger beschrieben wird, sind die Drahtdüse **20** und der Stator **10** auch mit relativen radialen Bewegungen S1 und S2 ausgestattet, welche im Wesentlichen parallel zu den Polstückseiten **13''** (und im Wesentlichen rechtwinklig zu der zentralen Achse **12**) sind, um die zuvor beschriebene Drahtstratifikation zu erreichen. Die Stratifikationsbildung erfordert das Vollenden der geschlossenen Pfade, wie **17**, auf einer Anzahl von benachbarten parallelen Ebenen, welche parallel sind zu der ersten Ebene (die Ebene gemäß [Fig. 2](#)). Mit anderen Worten werden die verschiedenen Drähte auf benachbarten Ebenen ausgegeben, welche parallel zueinander sind, und welche im Wesentlichen rechtwinklig sind zu Radien, welche rechtwinklig aus der zentralen Achse **12** hervorgehen.

[0023] Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#), zeigt die Position P1 die Drahtdüse **20**, in dem Moment in dem sie damit beginnt, eine longitudinale Verlängerung der Lücke **16** zu überqueren. Um den notwendigen Hub zum Überqueren der longitudinalen Verlängerung zu vollführen, wird die Translation T1 mit der Drehung R1 kombiniert, um den Neigungswinkel der longitudinalen Verlängerung bezüglich der zentralen Achse **12** zu erreichen. Die Position P2 zeigt die Drahtdüse **20** während des zuvor beschriebenen Hubs. Die Position P3 zeigt die Drahtdüse **20**, wenn der zuvor beschriebene Hub gerade beendet wird. Die Position P4 zeigt die Drahtdüse **20** in dem Moment wo eine Drehung R1 auftritt. Die Position P5 zeigt die Drahtdüse **20** in dem Moment wo die Drehung R1 beendet wird, und ein gegenläufiger Hub zum Überqueren der gegenüberliegenden Verlängerung der Lücke **16** gerade beginnt. Die Position P6 zeigt die Drahtdüse **20** während des Rückkehrhubs, um die gegenüberliegende Verlängerung der Lücke **16** zu überqueren, wobei der Rückkehrhub die Translation T2 und die Drehung R2 umfasst. Die Position P7 zeigt die Drahtdüse **20** in dem Moment wo der Rückkehrhub gerade beendet wird. Die Position P8 zeigt die Drahtdüse **20**, in dem Moment wo eine Drehung R2 auftritt. Es sollte verstanden werden, dass die relative Bewegung von P3 zu P5 und von P7 zu P1, zusätzlich jeweils Bewegungen zu den Drehungen R1 und R2, umfassen kann. Beispielsweise können die Translationen T1 und T2 und die Stratifikationsbewegungen S1 und S2 programmiert sein, um diese Hübe die Drähte W1, W2 und W3 in einer gespannten Weise gegen die En-

den **13'''** des Polstücks **13** anzuordnen. Auf ähnliche Weise können die Überquerhübe von Position P1 zu P3 und von Position P5 zu P7 des Weiteren auch so programmiert werden, dass sie die Stratifikationsbewegungen S1 und S2 umfassen.

[0024] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, muss die Drahtdüse **20** während des Überquerungshubs in einer bestimmten Ausrichtung bezüglich der Lücke **16** sein, um die Drähte W1, W2 und W3 innerhalb des Schlitzraums **15** in einer gespannten Art und Weise gegen die Seiten des Polstücks **13** auszugeben, ohne die Drähte zu verdrehen oder zu überlappen. Zusätzlich sollte es verstanden werden, dass die Drahtdüse **20** während jedes Überquerungshubs einen Teil der Lücke **16** belegen muss ([Fig. 3](#)), so dass sie teilweise in den Raum **15** eingesetzt wird. Wie zuvor beschrieben, müssen, um mit der Neigung der Lücke **16** in dem Raum **15** bezüglich der Zentralachse **12** des Stator-kerns fertig zu werden, Teile der Drehungen R1 und R2 mit den Translationen T1 und T2 kombiniert werden, so dass die Drahtdüse **20** sich innerhalb der Lücken **16** ohne Kollision mit den Grenzen der Ausdehnungen **13'** bewegt.

[0025] Um das Verdrehen der Drähte W1, W2 und W3 während der Translationen und Drehungen T1, T2, R1 und R2 zu verhindern, muss die Drahtdüse **20** anders ausgerichtet werden in Abhängigkeit von der relativen Position, welche sie um das Polstück **13** herum einnimmt (d. h. die Position der Düse **20** auf dem geschlossenen Pfad **17**). Mit anderen Worten muss die Drahtdüse **20** während der Translationen und der Drehungen T1, T2, R1 und R2 gelenkt oder programmierbar gesteuert werden, um die Drahtausgänge **21**, **22** und **23** auf geeignete Weise auszurichten, und die notwendige Größe der Lücken **16** zu reduzieren.

[0026] Unter Bezugnahme auf die [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Drahtdüse **20** auf einem geschlossenen Pfad **17** entweder im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn um das Polstück **13** herum verläuft (in dem Fall von [Fig. 2](#) durchläuft die Drahtdüse **20** den geschlossenen Pfad **17** im Uhrzeigersinn), hält das Lenken der Drahtdüse **20** um die zentrale Achse **34** der Drahtdüse herum den Drahtausgang **21** (oder einen vorderen Teil der Drahtdüse) immer am vorderen Ende der Drahtdüse **20** in der relativen Bewegungsrichtung der Drahtdüse **20** entlang des geschlossenen Pfads **17**. Dies verhindert das Verdrehen der Drähte W1, W2 und W3 während des Wickelns. Wie es nachfolgend genauer erläutert wird, erfordert das Lenken der Drahtdüse **20** um die Achse **34** herum, dass die Drahtdüse **20** veranlasst wird, vorgeschriebene Drehungen R0 um die Achse **34** herum zu vollführen, so dass die Drahtdüse **20** auf geeignete Weise um die Achse **34** herum ausgerichtet werden kann, wenn sie auf dem geschlossenen Pfad **17** verläuft.

[0027] Unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#), ist die Drahtdüse **20** durch ein Flanschteil **32'** mit der Oberseite der Welle **31** verbunden. Das Flanschteil **32'** ist mit der Oberseite der Welle **31** mittels Schrauben **32''** verbunden. Die Welle **31** ist ebenfalls mit einem Riemenscheibenteil **33** ausgestattet, welches in Eingriff mit dem Riemen **46** ist. Die Welle **31** wird für eine Drehung um die Achse **34** herum unterstützt unter Verwendung von Unterstützungsbuchsen **35** und **36**, welche jeweils in den Unterstützungsplatten **39** und **40** angeordnet sind. Die Unterstützungsplatten **39** und **40** sind durch die senkrechte Platte **44** voneinander beabstandet. Die Unterstützungsplatten **39** und **40** und die senkrechte Platte **44** können, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, verbunden werden, um eine einzige Armstruktur zu bilden und zwar durch Bolzen, wie **45**. Der Riemen **46** kann kreisförmig um die senkrechte Platte **44** herum verlaufen.

[0028] Durch den Antriebsriemen **46** kann die Drahtdüse mit der Rotation R_0 um die Achse **34** herum versehen werden, um geeignete Ausrichtungen zu erreichen. Die Welle **31** ist hohl und am Ende **31'** abgerundet, um eine glatte Passage der Drähte W_1 , W_2 und W_3 zu erreichen. Die Drahtdüse **20** ist für eine Passage der Drähte W_1 , W_2 und W_3 von der Welle **31** zu der Drahtdüse **20** mit einer unteren Bohrung **35** versehen. Die untere Bohrung **35** kommuniziert mit einem vergrößerten hohlen Teil **36** der Drahtdüse **20**, wo sich die Drähte W_1 , W_2 und W_3 trennen, um ihre entsprechenden Drahtausgänge **21**, **22**, **23** zu erreichen.

[0029] Die Drahtausgänge **21**, **22** und **23** sind auf separaten Oberflächen **21'**, **22'**, **23'** der Drahtdüse **20** angeordnet, welche auch als Demarkation für separate benachbarte parallele Ebenen angesehen werden können. Jede dieser benachbarten parallelen Ebenen ist im Wesentlichen rechtwinklig zu der zentralen Achse **34** der Drahtdüse **20** und im Wesentlichen parallel zu der ersten Ebene. Auf diese Weise können die Drähte W_1 , W_2 und W_3 von der Drahtdüse **20** entlang von separaten Bahnen, wie jeweils **41**, **42** und **43**, ausgegeben werden. Das Ausgeben der Drähte entlang dieser verschiedenen Bahnen ist ein weiteres Merkmal zur Vermeidung des Verdrehens der Drähte W_1 , W_2 und W_3 während jeder relativen Bewegung der Drahtdüse **20** bezüglich des Stator-kerns **10**.

[0030] Des Weiteren können die Drahtausgänge **21**, **22** und **23** in vorbestimmten Ausrichtungen um die Achse **34** gehalten werden, wenn die Drahtdüse **20** entlang des geschlossenen Pfads **17** verläuft. Mit anderen Worten wird die Drahtdüse **20** gelenkt oder programmierbar gesteuert durch Beibehalten der Ausrichtung einer Achse in der ersten Ebene, welche mit den Drahtausgängen bezüglich einer unmittelbaren, relativen Bewegungsrichtung der Düse **20** ausgerichtet ist. Der Winkel zwischen dieser Drahtaus-

gangsachse in der ersten Ebene und der unmittelbaren relativen Bewegungsrichtung, wird als Winkel A definiert. Insbesondere wird die winkelmäßige Ausrichtung der Drahtdüse (um die Achse **34** herum) und somit die Ausrichtung der Drahtausgangsachse programmierbar gesteuert, um sich zu ändern, wenn die Düse **20** entlang des geschlossenen Pfads **17** verläuft. Deshalb kann der Winkel A in bestimmten Teilen des geschlossenen Pfads konstant sein (z. B. während der Überquerungshübe) und variabel in anderen Teilen (z. B. während der Drehungen R_1 und R_2). Die Konfiguration der äußeren Oberfläche (gebildet durch die Seiten **13''** und die Enden **13'''**) von Polstück **13** kann die Wahl des Winkels A bestimmen. Beispielsweise kann eine kreisförmige Konfiguration der Enden der Polstücke **13** eine Variation eines Winkels A erfordern, so dass die Drahtausgangsachse in der ersten Ebene, welche die Drahtausgänge **21**, **22** und **23** enthält, im Wesentlichen tangential zu der kreisförmigen Konfiguration der äußeren Kontur der Enden **13'''** gehalten wird.

[0031] Des Weiteren wird in der Ausführungsform der Drahtdüse in der die Drahtdüse **20** eine Länge und eine Breite aufweist und welche in [Fig. 2](#) gezeigt wird, es verstanden werden, dass die winkelmäßige Ausrichtung der Drahtdüse **20** um die Achse **34** programmierbar gesteuert ist, um ein Querschnittsgebiet der Drahtdüse in Bezug auf die unmittelbare relative Bewegungsrichtung der Drahtdüse **20** zu minimieren (d. h. durch Ausrichten der Länge der Drahtdüse **20** mit der Bewegungsrichtung). Das zuvor erwähnte Querschnittsgebiet der Drahtdüse **20** erstreckt sich über eine Ebene, die im Wesentlichen rechtwinklig zu der unmittelbaren relativen Bewegungsrichtung der Drahtdüse **20** in der ersten Ebene gemäß [Fig. 2](#) ist. Solch ein Schema des Ausrichtens der Drahtdüse **20** kann insbesondere während des Überquerungshubs nützlich sein, um die benötigte Größe der Lücken **16** zu minimieren, und um die Wahrscheinlichkeit einer Kollision oder Störung mit den Drähten, welche bereits innerhalb der Räume **15** gewickelt wurden, zu vermeiden. Solch eine Ausrichtung kann auch als eine Ausrichtung der Drahtausgangsachse mit der unmittelbaren relativen Bewegungsrichtung der Drahtdüse **20** verstanden werden, so dass der Winkel A null ist.

[0032] Unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#), werden die Platten **39** und **40** mit dem Fortsatz **50** der Trägerstruktur **51** mittels Bolzen, wie **52**, verbunden. Die Motoreinheit **53** kann durch die Platte **39** unterstützt werden und mittels Bolzen **54** an ihr befestigt werden. Die Riemenscheibe **55** wird an der Ausgangswelle der Motoreinheit **53** befestigt. Die Riemenscheibe **55** steht in Eingriff mit dem Riemen **46**, so dass eine Drehung der Motoreinheit die Drehungen R_0 der Drahtdüse **20** um die Achse **34** herum bewirkt. Die Trägerstruktur **51** ist mit weiteren Fortsätzen **56** ausgestattet. Jeder der Fortsätze **56** weist Gleitteile **57** auf,

welche in der Lage sind, auf Führungen **58** zu laufen. Die Führungen **58** werden von der Rahmenstruktur **59** (teilweise gezeigt in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#)) getragen, um im Wesentlichen rechtwinklig zu den Ebenen zu sein, in denen die Translationen T1 und T2 ausgeführt werden. Die Motoreinheit **60**, welche die Schraube **61** antreibt (welche in Eingriff ist in einem mit einem Gewinde versehenen Teil der Trägerstruktur **51**), wird bereitgestellt, um die Trägerstruktur **51** zu veranlassen, entlang der Führungen **58** zu verlaufen. Die Führungen sind auch parallel zu den Richtungen S1 oder S2, welche für die Stratifikationsbewegung der Drahtdüse **20** verwendet werden.

[0033] Mit anderen Worten sind durch die Betätigung der Motoreinheit **60** die Platten **39** und **40** in der Lage, sich in die Richtungen S1 oder S2 zu bewegen (d. h. parallel zu den Führungen **58**), so dass die Drahtdüse **20** sich in radiale Richtungen S1 oder S2 bewegen kann, um die Drähte W1, W2 und W3 entlang des Polstücks **13** zu stratifizieren. Während der relativen Bewegungen der Drahtdüse **20** und des Statorkerns **10** können sich die Drähte W1, W2 und W3 ungehindert zu dem Ende **31'** der Welle **31** von einer Drahtquelle und Spannungseinheit (nicht gezeigt) bewegen, um von den Ausgängen der Drahtdüse **20** ausgegeben zu werden. Das Positionieren des Statorkerns **10** bezüglich der Drahtdüse **20** kann mittels der Anordnung **70** erreicht werden, welche in [Fig. 5](#) gezeigt wird. Insbesondere hält die Anordnung **70** den Statorkern in einer vorbestimmten Position bezüglich der Rahmenstruktur **59**.

[0034] Die Anordnung **70** kann ähnlich zu dem Teil der Vorrichtung sein, welches in dem zuvor zitierten US-Patent von Stratico et al. gezeigt wurde, und zum Drehen und Weiterschalten des Statorkerns dient. Die Motoreinheit **71** und die Rotationsstange **74** der Anordnung **70** werden zum Drehen des Statorkerns hinsichtlich der Drehungen R1 und R2 verwendet. Die Rotationsstange **74** trägt ein Getriebe (nicht gezeigt), welches in ein ringförmiges Getriebe eingreift (nicht gezeigt); welches den Statorkern **10** umgibt, so dass eine Drehung der Rotationsstange **74** das ringförmige Getriebe dreht und somit den Statorkern **10**. Die Motoreinheit **72** und die Schraube **73** der Anordnung **70** können verwendet werden, um den Statorkern **10** mit den Translationen T1 und T2 zu versehen. Das zuvor beschriebene Getriebe, welche von der Rotationsstange **74** getragen wird, weist Keilnuten auf, welche es dem Getriebe gestatten, sich entlang der Rotationsstange **74** zu bewegen, um mit dem zuvor erwähnten ringförmigen Getriebe während der Translationen T1 und T2 in Eingriff zu bleiben.

[0035] Die Motoreinheiten **53**, **60**, **71** und **72** können durch das Steuerungssystem **73** jeweils entlang der Signal- und der elektrischen Versorgungsleitungen **53'**, **60'**, **71'** und **72'** betätigt und beschleunigt wer-

den. Das Steuerungssystem **73** ist in Übereinstimmung mit den neuesten erhältlichen Techniken zum Steuern und Programmieren von allgemeinen Bewegungen und Positionierungen mit NC-Achsen (numerisch gesteuerte Achsen) konfiguriert.

[0036] Die Sequenz- und Regel-Algorithmen, welche externe Inputdaten verwenden, können durch das Steuerungssystem **73** angewandt werden, um die Motoreinheiten zu betätigen, so dass die Translationen T1 und T2, die Drehungen R1 und R2, die Stratifikationsbewegungen S1 und S2 und die Drehungen R0 als Operationen ausgeführt werden, welche einer sequenziellen Ordnung folgen oder in Kombination miteinander. Die präzise Synchronisation zwischen diesen Bewegungen kann durch das Steuerungssystem **73** sichergestellt werden. Die Werte dieser Bewegungen können durch praktische Versuche gefunden werden, die das Wickeln der tatsächlichen Drähte auf beispielhafte Modelle der Polkonfigurationen umfassen. Des Weiteren können dreidimensionale Computersimulationen der Drahtdüsen- und der Statorkernbewegungen bezüglich der Polstückkonfiguration zusammen mit Darstellungen der verschiedenen Drahtverlängerungen von der Drahtdüse zu dem Polstück in den verschiedenen Stadien der Bewegungen verwendet werden, um die anfänglichen Werte für die praktischen Versuche zu bestimmen.

[0037] Somit werden verbesserte Systeme und Verfahren für eine Drahtdüse bereitgestellt, welche simultan mehrere Drähte auf eine dynamoelektrische Maschinenkomponente wickeln, wobei ein Verdrehen des Drahts und eine Verminderung des erforderlichen Lückenraums dadurch verhindert wird, dass eine Steuerung der Ausrichtung der Düse bereitgestellt wird. Ein Fachmann wird zu würdigen wissen, dass die vorliegende Erfindung durch andere als die beschriebenen Ausführungsformen ausgeführt werden kann, welche zum Zwecke der Darstellung präsentiert wurden, und nicht zum Zwecke der Einschränkung.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Wickeln von Draht (W1, W2, W3) auf einen Kern (**10**) einer dynamoelektrischen Maschine aufweisend eine Drahtdüse (**20**), welche so konfiguriert ist, dass sie gleichzeitig eine Mehrzahl von Drähten (W1, W2, W3) ausgeben kann von Drahtausgängen unter Verwendung einer relativen Bewegung, welche relative Translationen (T1, T2) zwischen dem Kern (**10**) und der Drahtdüse (**20**) aufweist, wobei die Drahtdüse ausgestattet ist mit einer winkelmäßigen Ausrichtung (A) entlang einer Achse der Drahtdüse in einer ersten Ebene, welche parallel ist zu den Translationen (T1, T2); **dadurch gekennzeichnet**, dass Drahtausgänge sich relativ bewegen innerhalb der Schlitze des Kerns und wobei die win-

kelmäßige Ausrichtung (A) programmierbar gesteuert wird.

2. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Drahtdüse (20) weiterhin so konfiguriert ist, um die Mehrzahl von Drähten (W1, W2, W3) in einer korrespondierenden Anzahl von benachbarten Ebenen auszugeben, welche parallel zueinander sind, wobei jeder der Drähte in einer der benachbarten parallelen Ebenen ausgegeben wird.

3. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei die Drahtdüse (20) eine Mehrzahl von Drahtausgängen (21, 22, 23) aufweist, welche korrespondieren mit der Mehrzahl von Drähten (W1, W2, W3), wobei jeder der Drahtausgänge auf einer der benachbarten parallelen Ebenen angeordnet ist.

4. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die winkelmäßige Ausrichtung (A) der Drahtdüse programmierbar bestimmt wird durch eine momentane Position der Drahtdüse (20) bezüglich des Kerns.

5. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Drahtdüse (20) weiterhin konfiguriert ist für relative Translation (T1, T2) und Rotation (R1, R2) bezüglich einer zentralen Achse (12) des Kerns.

6. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die winkelmäßige Ausrichtung (A) der Drahtdüse (20) programmierbar gesteuert wird, um ein Querschnittsgebiet der Drahtdüse über eine zweite Ebene, welche im Wesentlichen rechtwinklig ist, zu einer momentanen relativen Bewegungsrichtung der Drahtdüse in der ersten Ebene zu minimieren.

7. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 3, wobei die winkelmäßige Ausrichtung (A) der Drahtdüse (20) programmierbar gesteuert ist, um die Positionen der Drahtausgänge (21, 22, 23) in der ersten Ebene bezüglich einer momentanen relativen Bewegungsrichtung der Drahtdüse in der ersten Ebene auszurichten, wobei eine Drahtausgangsachse, welche durch die Positionen der Drahtausgänge der ersten Ebene verläuft, ausgerichtet wird bezüglich der momentanen relativen Bewegungsrichtung.

8. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Drahtdüse (20) angetrieben wird, um sich um die Achse (34) der Drahtdüse zu drehen, um die Ausrichtung der Drahtdüse zu steuern.

9. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 8, wobei die Drahtdüse (20) auf einem distalen Ende eines Unterstützungsarms (39, 40) angeordnet ist, wobei der Unterstützungsarm konfiguriert ist, um die Drahtdüse um die Achse (34) der Drahtdüse zu drehen.

10. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 9, wobei der Unterstützungsarm (39, 40) weiterhin konfiguriert

ist, um die Drahtdüse (20) in eine Richtung, welche im Wesentlichen parallel zu der Achse (34) der Drahtdüse ist, aufzuschichten.

11. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 5, weiterhin aufweisend einen Kernschlitten (70), auf dem der Kern (10) angeordnet ist, wobei der Kernschlitten so ausgestaltet ist, dass er den Kern bezüglich der zentralen Achse (34) des Kerns bewegt und dreht.

12. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei ein Vorderteil (21) der Drahtdüse (20) die Drahtdüse in einer momentanen relativen Bewegungsrichtung der Drahtdüse führt.

13. Ein Verfahren zum Wickeln eines Drahts auf einen Kern einer dynamoelektrischen Maschine aufweisend:

Bereitstellen einer Drahtdüse, welche so ausgestaltet ist, dass sie gleichzeitig eine Mehrzahl von Drähten von Drahtausgängen ausgeben kann unter Verwendung einer relativen Bewegung, welche die relativen Translationen (T1, T2) zwischen dem Kern und der Drahtdüse aufweist;

Bereitstellen oder Ausstatten der Drahtdüse mit einer winkelmäßigen Ausrichtung der Drahtdüse um eine Achse der Drahtdüse in einer ersten Ebene, welche parallel ist zu den Translationen (T1, T2), dadurch gekennzeichnet, dass die Drahtausgänge sich relativ innerhalb der Schlitze des Kerns bewegen und weiterhin aufweisend das Steuern der winkelmäßigen Ausrichtung (A) der Drahtdüse (20).

14. Das Verfahren gemäß Anspruch 13, wobei das Bereitstellen einer Drahtdüse (20) weiterhin aufweist das Bereitstellen einer Drahtdüse mit einer Mehrzahl von Drahtausgängen (21, 22, 23) zum Ausgeben einer Mehrzahl von Drähten (W1, W2, W3), wobei jeder der Drahtausgänge auf einer der benachbarten parallelen Ebenen angeordnet ist.

15. Das Verfahren gemäß Anspruch 13, wobei das Steuern der winkelmäßigen Ausrichtung (A) der Drahtdüse (20) weiterhin aufweist das Bestimmen der winkelmäßigen Ausrichtung der Drahtdüse durch eine momentane Position der Drahtdüse bezüglich des Kerns.

16. Das Verfahren gemäß Anspruch 13, weiterhin aufweisend das Ausstatten der Drahtdüse (20) mit relativer Translation (T1, T2) und Rotation (R0, R1) bezüglich einer zentralen Achse (34) des Kerns (10).

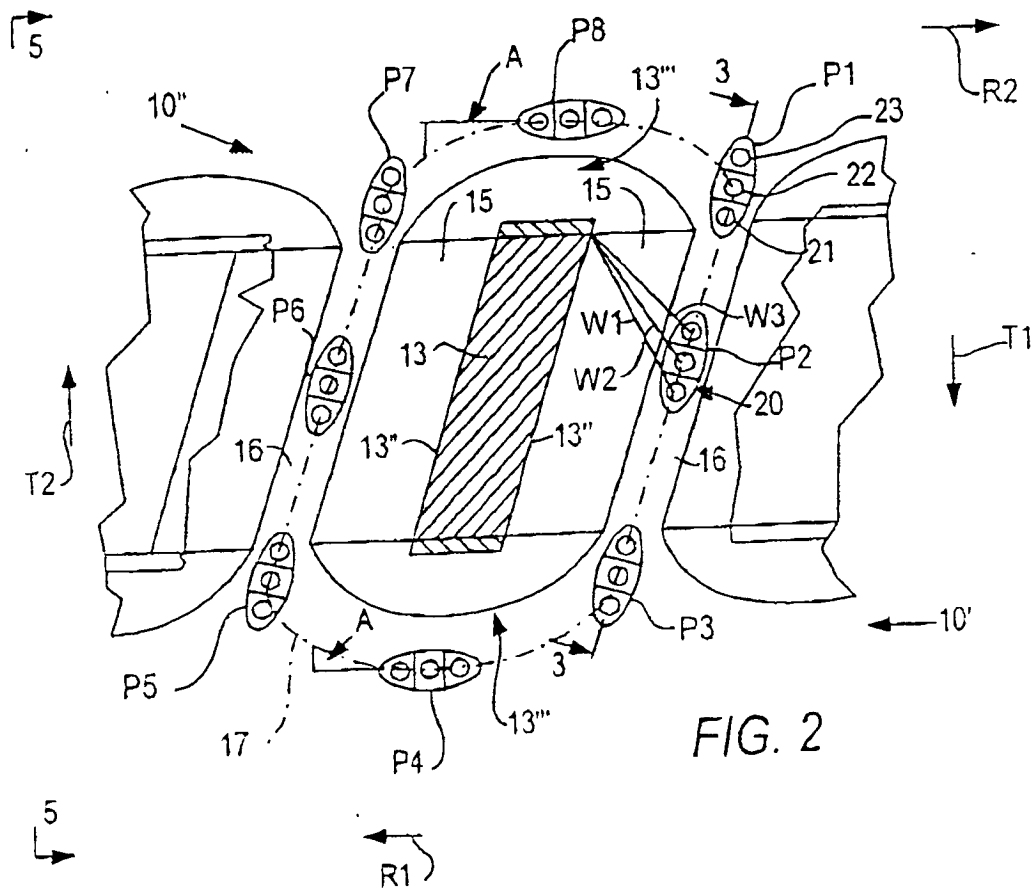
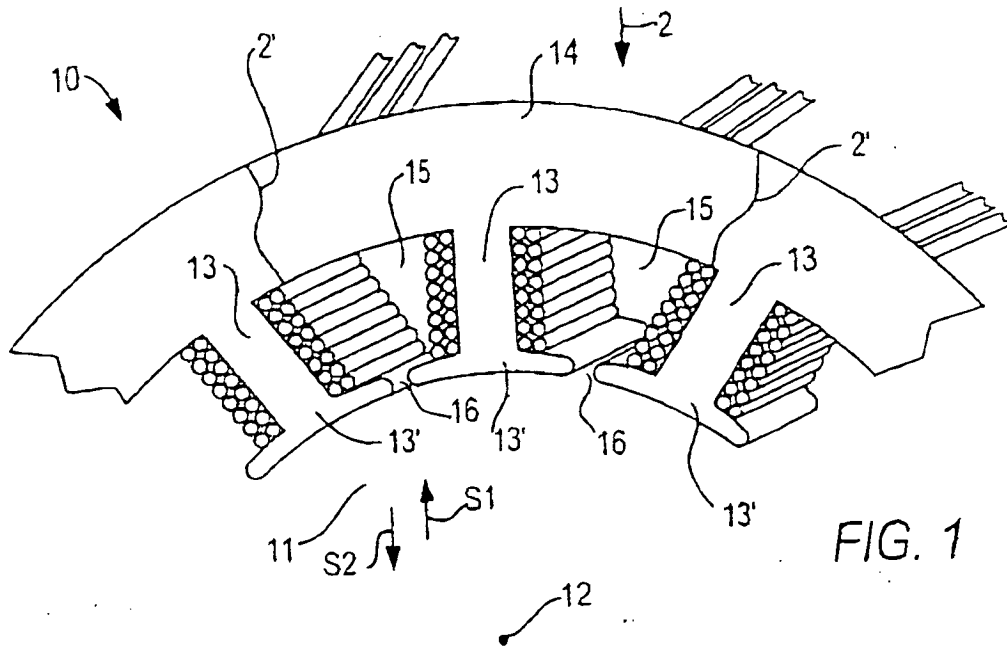
17. Das Verfahren gemäß Anspruch 13, wobei das Steuern der winkelmäßigen Ausrichtung (A) der Drahtdüse (20) weiterhin aufweist das Minimieren eines Querschnittsgebiets der Drahtdüse über eine zweite Ebene, welche im Wesentlichen rechtwinklig ist zu einer momentanen relativen Bewegungsrichtung der Drahtdüse in der ersten Ebene.

18. Das Verfahren gemäß Anspruch 13, wobei das Steuern der winkelmäßigen Ausrichtung (A) der Drahtdüse (**20**) weiterhin aufweist das Ausrichten einer Drahtausgangsachse, welche durch Positionen der Drahtausgänge (**21**, **22**, **23**) verläuft in der ersten Ebene bezüglich einer momentanen relativen Bewegungsrichtung der Drahtdüse in der ersten Ebene.

19. Das Verfahren gemäß Anspruch 13, wobei die winkelmäßige Ausrichtung der Drahtdüse (**20**) weiterhin aufweist, das Antreiben der Drahtdüse für eine Rotation um die Achse (**34**) der Drahtdüse.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



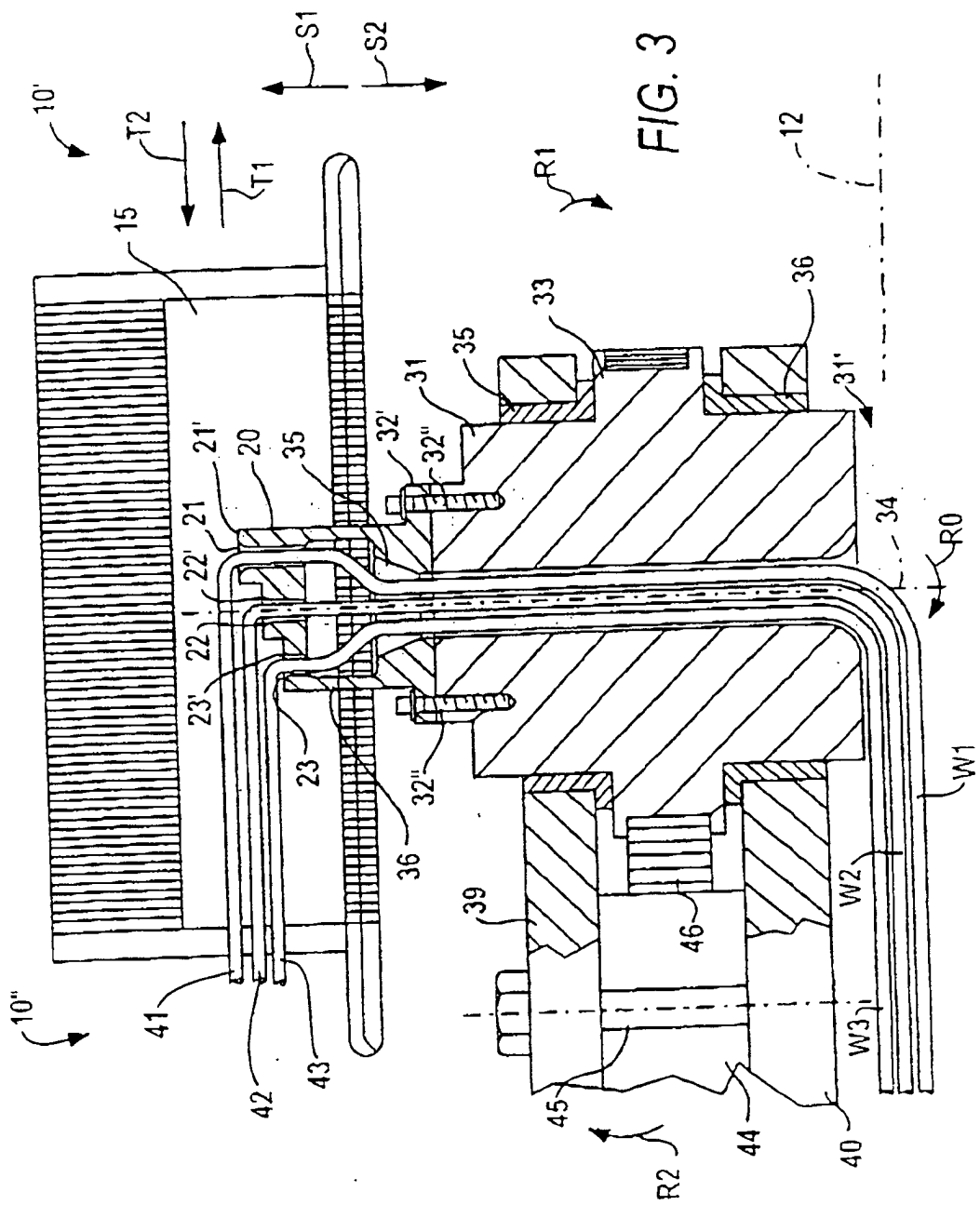


FIG. 4

