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

(11) **EP 2 608 229 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.2013 Patentblatt 2013/26

(51) Int Cl.:
H01F 41/06 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **12193634.8**

(22) Anmeldetag: **21.11.2012**

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

(30) Priorität: **19.12.2011 DE 102011089073**

(71) Anmelder: **Dunkermotoren GmbH**
79848 Bonndorf/Schwarzwald (DE)

(72) Erfinder: **Fechtig, Helmut**
79848 Bonndorf-Wellendingen (DE)

(74) Vertreter: **Dreiss**
Patentanwälte
Gerokstraße 1
70188 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen einer Spulenanordnung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Spulenanordnung (51) mit Hilfe einer Wickelmaschine (11), wobei ein Draht (39) auf einen Wickelpin (23) einer Wickelanordnung (21) der Wickelmaschine (11) aufgewickelt wird, um eine Spule (67) der Spulenanordnung (51) herzustellen. Um in ein Stück Draht, auf dessen freie Enden nicht zugegriffen werden kann, eine elektrische Spule einformen zu können, wird vorgeschlagen, dass aus einem ersten Drahtabschnitt (55) des Drahts (39) eine erste Teilwicklung (59) der Spule (67) hergestellt wird, indem der Wickelpin (23) gemäß einem ersten Wickelsinn ($\omega 1$) mit dem ersten Drahtabschnitt (55) bewickelt wird und aus einem zweiten Drahtabschnitt (57) des Drahts eine zweite Teilwicklung (65) der Spule (67) hergestellt wird, indem der Wickelpin (23) gemäß einem dem ersten Wickelsinn ($\omega 1$) entgegengesetzten zweiten Wickelsinn ($\omega 2$) mit dem zweiten Drahtabschnitt (57) bewickelt wird.

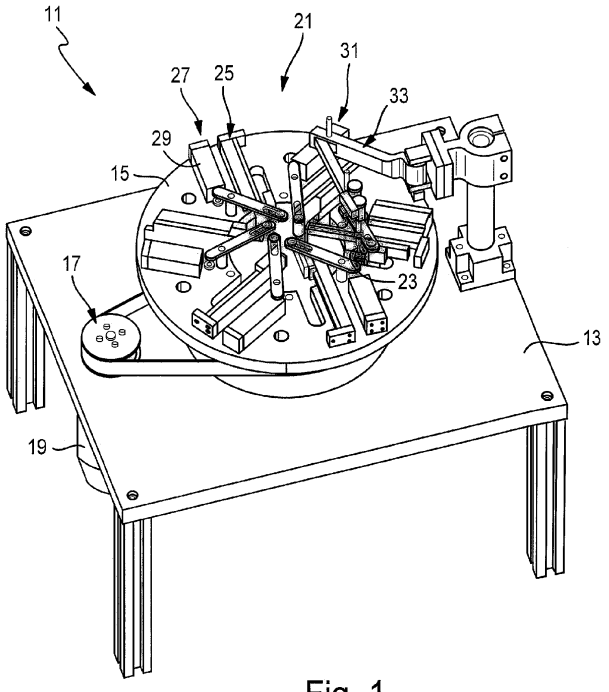

Fig. 1

EP 2 608 229 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Spulenanordnung mit Hilfe einer Wickelmaschine, wobei ein Draht auf einen Wickelpin einer Wikkelanordnung der Wickelmaschine aufgewickelt wird, um eine Spule der Spulenanordnung herzustellen. Die Erfindung betrifft außerdem eine entsprechende Wickelmaschine zum Herstellen einer solchen Spulenanordnung.

[0002] Es ist allgemein bekannt, Spulen, insbesondere für Elektromotoren, maschinell herzustellen. Beim maschinellen Herstellen einer Spule wird ein Stück Draht auf einem rotierenden Wickelpin aufgewickelt. Sobald eine gewünschte Zahl an Windungen aufgewickelt worden ist, wird der Draht abgeschnitten, und die Spule ist hergestellt.

[0003] Nachteilig an bekannten Verfahren zum Herstellen von Spulen beziehungsweise entsprechenden Wickelmaschinen ist, dass die herzustellende Spule an einem freien Ende des Drahtes beginnen muss. Folglich kann die Spule nicht in ein Stück Draht eingeformt werden, dessen eine Seite bereits Teil eines elektrischen Bauteils ist und dessen andere Seite auf einer Haspel aufgerollt ist. Um beispielsweise mit bekannten Verfahren eine Anordnung aus mehreren in Serie geschalteten Spulen herzustellen, müssen die einzelnen Spulen getrennt voneinander hergestellt werden und nach ihrer Herstellung elektrisch, beispielsweise durch Löten miteinander verbunden werden. Das Herstellen dieser elektrischen Verbindungen ist aufwändig und fehleranfällig, so dass mit den bekannten Verfahren beziehungsweise bekannten Wickelmaschinen hergestellte Spulenanordnungen relativ teuer sind und eine hohe Ausfallrate aufweisen.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Herstellen einer Spulenanordnung zu schaffen, das es ermöglicht, in ein Stück Draht, auf dessen freie Enden nicht zugegriffen werden kann, eine elektrische Spule einzuformen. Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und eine Wickelmaschine gemäß Anspruch 11 gelöst.

[0005] In einer Ausführungsform ist ein Verfahren der eingangs genannten Art vorgesehen, wobei aus einem ersten Drahtabschnitt des Drahts eine erste Teilwicklung der Spule hergestellt wird, indem der Wickelpin gemäß einem ersten Wickelsinn mit dem ersten Drahtabschnitt bewickelt wird und aus einem zweiten Drahtabschnitt des Drahts eine zweite Teilwicklung der Spule hergestellt wird, indem der Wickelpin gemäß einem dem ersten Wikkelsinn entgegengesetzten zweiten Wickelsinn mit dem zweiten Drahtabschnitt bewickelt wird.

[0006] Die mit diesem Verfahren hergestellte Spule umfasst also zwei Teilwicklungen, die in entgegengesetztem Wickelsinn gewickelt sind. Bezogen auf eine Längsrichtung des Drahts verläuft jedoch eine Teilwicklung, beispielsweise die erste Teilwicklung von außen nach innen (zu einer Längsachse der Spule hin) und die andere Teilwicklung, beispielsweise die zweite Teilwicklung, von innen nach außen (von der Längsachse der Spule weg). Ein durch den Draht der Spule fließender Strom weist deshalb in beiden Teilwicklungen dieselbe Drehrichtung bezogen auf die Mittelachse der Spule auf. Deshalb kann trotz der unterschiedlichen Wickelsinne mit der Spule ein magnetischer Fluss erzeugt werden.

[0007] Durch das Aufteilen der Spule in die beiden Teilwicklungen wird erreicht, dass nicht auf ein freies Ende des Drahtes zugegriffen werden muss, um die Spule in den Draht einzuformen. Somit kann die Spule auch in einen solchen Draht eingeformt werden, dessen erstes Ende beispielsweise Teil eines bereits hergestellten Bauteils ist, beispielsweise einer anderen Spule, und dessen anderes freies Ende sich noch auf eine Rolle oder Haspel befindet. Somit kann aus einem einzigen Stück Draht eine Spulenanordnung mit mehreren in Serie geschalteten Spulen hergestellt werden. Anders als bei bekannten Verfahren müssen die einzelnen Spulen nicht aus unterschiedlichen Drahtstücken hergestellt werden und anschließend elektrisch miteinander verbunden werden. Mit dem Verfahren kann also der Arbeitsgang des elektrischen Verbindens der einzelnen Spulen eingespart werden, was eine kostengünstige Herstellung der Spulenanordnung ermöglicht und die elektrischen Verbindungen zwischen den Spulen als Ursache für einen Ausfall der Spulenanordnung ausschließt.

[0008] Vorzugsweise wird ein mittlerer Bereich des Drahts zwischen den beiden Drahtabschnitten an dem Wickelpin fixiert. Gemäß dem Verfahren wird also an dem mittleren Bereich mit dem Wickeln der beiden Teilwicklungen begonnen. Folglich muss nicht auf ein freies Ende des Drahts zugegriffen werden.

[0009] Es ist bevorzugt, dass beim Herstellen der ersten Teilwicklung der Wickelpin um seine Längsachse rotiert wird, um ihn mit dem ersten Drahtabschnitt zu bewickeln.

[0010] Weiter kann vorgesehen werden, dass die Wikkelmaschine eine Drahtzuführungsanordnung aufweist, und dass beim Herstellen der ersten Teilwicklung die Wickelanordnung gegenüber der Drahtzuführungsanordnung der Wickelmaschine derart rotiert wird, dass die Drehrichtungen des Wickelpins und der Wickelanordnung sich voneinander unterscheiden. Vorzugsweise werden die Wickelanordnung und der Wickelpin um zumindest im Wesentlichen parallel zueinander verlaufende Drehachsen rotiert. Hierdurch wird verhindert, dass beim Wickeln der ersten Teilwicklung gleichzeitig der zweite Drahtabschnitt im selben Wickelsinn wie der erste Drahtabschnitt gewickelt wird.

[0011] Hierbei können die aus den Drehbewegungen resultierenden Umfangsgeschwindigkeiten am Wickelpin im Wesentlichen gleich groß gewählt werden, so dass insbesondere beim Herstellen der ersten Teilwicklung, der Wickelpin lediglich vom ersten Drahtabschnitt bewikkelt wird.

[0012] Weiter ist bevorzugt, dass beim Herstellen der zweiten Teilwicklung die Rotation des Wickelpins um sei-

ne Längsachse zumindest im Wesentlichen unterbunden wird und die Wickelanordnung gegenüber der Drahtzuführungsanordnung der Wickelmaschine rotiert wird, so dass der Wickelpin von dem zweiten Drahtabschnitt infolge der Rotation der Wickelanordnung gegenüber der Drahtzuführungsanordnung umwickelt wird. Auf diese Weise wird die Herstellung der Spule in zwei Schritte unterteilt. Im ersten Schritt wird aus dem ersten Drahtabschnitt die erste Teilwicklung hergestellt, wobei sich die Wickelanordnung und der Wickelpin in entgegengesetzten Richtungen drehen. In einem zweiten Schritt wird die Wickelanordnung weiter rotiert, so dass aus dem zweiten Drahtabschnitt die zweite Teilwicklung hergestellt wird.

[0013] Vorzugsweise werden diese beiden Schritte nacheinander ausgeführt. Es ist jedoch auch denkbar, dass bei entsprechender Wahl der Drehzahlen des Wikkelpins und der Wickelanordnung bereits beim Herstellen der ersten Teilwicklung zumindest ein Teil der zweiten Teilwicklung hergestellt wird, so dass sich die beiden Schritte zeitlich überlappen.

[0014] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass mehrere Spulen aus einem Stück Draht hergestellt werden, indem nacheinander mehrere Wickelpins mit jeweils einem ersten Drahtabschnitt und einem zweiten Drahtabschnitt bewickelt werden. Durch die Verwendung mehrerer Wickelpins kann besonders einfach eine Spulenanordnung mit mehreren Spulen hergestellt werden, wobei jede Spule eine erste Teilwicklung und eine zweite Teilwicklung umfasst.

[0015] Es ist bevorzugt, dass ein vom mittleren Bereich abgewandtes Ende des ersten Drahtabschnitts einen festen räumlichen Bezug zu der Wickelanordnung aufweist und der Wickelpin zum Ende des ersten Drahtabschnitts, vorzugsweise entlang einer Geraden hin bewegt wird, während der Wickelpin mit dem ersten Drahtabschnitt bewickelt wird. Bei dem Verfahren wird also nicht der Wickelpin, sondern das Ende des ersten Drahtabschnitts an einem festen Ort gehalten, während sich beim Wikkeln der ersten Teilwicklung der Wickelpin zu dem Ende des Drahtabschnitts hin bewegt. Auf diese Weise kann die herzustellende Spule besonders einfach an ein Bauteil, beispielsweise einer anderen Spule, in das der Draht verbaut ist, angefügt werden. Somit lässt sich insbesondere die Spulenanordnung mit mehreren in Serie geschalteten Spulen einfach herstellen.

[0016] Um die erste Teilwicklung mit einer guten Qualität herstellen zu können, ist bevorzugt, dass eine Gegenkraft erzeugt wird, die einer Bewegung des Wickelpins entgegenwirkt. Zum Erzeugen dieser Gegenkraft kann ein Aktor, der beispielsweise pneumatisch oder elektrisch angetrieben ist, vorgesehen sein. Alternativ oder ergänzend hierzu kann auch eine Feder zum Erzeugen der Gegenkraft eingesetzt werden.

[0017] Weiter ist bevorzugt, dass der Wickelpin nach dem Bewegen zum Ende des ersten Drahtabschnitts hin in einer Endposition arretiert wird, die einer vorgegebenen Lage der Spule innerhalb der Spulenanordnung entspricht. Hierdurch wird sichergestellt, dass beispielsweise beim Herstellen der Spulenanordnung mit mehreren in Serie geschalteten Spulen die einzelnen Spulen hinreichend genau relativ zueinander positioniert sind. Somit können die zum Herstellen von Spulenanordnungen für Elektromotoren erforderlichen Toleranzen bezüglich der Geometrie der Spulenanordnung eingehalten werden. Zum Arretieren des Wickelpins in seiner Endposition kann beispielsweise derselbe Aktor vorgesehen sein, der auch zum Erzeugen der Gegenkraft eingerichtet ist. Während des Bewegens des Wickelpins zum Ende des ersten Drahtabschnitts hin wird der Aktor so angesteuert, dass er die Gegenkraft erzeugt, wohingegen er nach dem Erreichen der Endposition so angesteuert wird, dass er jeder Bewegung des Wickelpins von der Endposition weg entgegenwirkt. Es ist denkbar, dass die Endposition durch einen mechanischen Anschlag oder dergleichen vorgegeben wird und der Wickelpin durch entsprechende Ansteuerung eines pneumatischen Aktors, beispielsweise eines Druckluftzylinders, in dieser vorgegebenen Position gehalten wird.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist eine Wickelmaschine zum Herstellen einer Spulenanordnung vorgesehen, wobei die Wickelmaschine eine Wickelanordnung aufweist, die dazu eingerichtet ist, einen Draht auf einen Wickelpin aufzuwickeln, um eine Spule der Spulenanordnung herzustellen, wobei die Wickelmaschine dazu eingerichtet ist, aus einem ersten Drahtabschnitt des Drahts eine erste Teilwicklung der Spule herzustellen, in dem der Wickelpin gemäß einem ersten Wickelsinn mit dem ersten Drahtabschnitt bewikkelt wird und aus einem zweiten Drahtabschnitt des Drahts eine zweite Teilwicklung der Spule herzustellen, indem der Wickelpin gemäß einem dem ersten Wickelsinn entgegengesetzten zweiten Wickelsinn mit dem zweiten Drahtabschnitt bewickelt wird.

[0019] Hierbei ist besonders bevorzugt, dass die Wikkelmaschine zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens, dessen Ausführungsformen hier beschrieben sind, eingerichtet ist. Mit einer solchen Wikkelmaschine können die hier beschriebenen Vorteile des Verfahrens realisiert werden.

[0020] Es ist bevorzugt, dass die Wickelanordnung eine um eine Hauptdrehachse drehbar gelagerte Platte aufweist, auf der mindestens ein Wickelpin, vorzugsweise in einer radialen Richtung bezüglich der Hauptdrehachse, verschiebbar gelagert ist. Durch die verschiebbare Lagerung wird erreicht, dass der Wickelpin, wie oben beschrieben, beim Herstellen der ersten Teilwicklung zum Ende des ersten Drahtabschnitts hin bewegt werden kann. Diese Bewegung kann, wie oben beschrieben, mit Hilfe eines Aktors kontrolliert werden.

[0021] Es kann vorgesehen sein, dass die Wickelmaschine eine Drahtzuführungsanordnung aufweist, die derart angeordnet ist, dass die Drehung der Platte um die Hauptdrehachse zu einer Rotation des Wickelpins um die Drahtzuführungsanordnung herum führt. Somit kann durch die Drehung der Platte die zweite Teilwick-

lung gemäß dem zweiten Wickelsinn hergestellt werden und/oder beim Herstellen der ersten Teilwicklung verhindert werden, dass der zweite Drahtabschnitt gemäß dem ersten Wickelsinn gewickelt wird.

[0022] Um bei der Herstellung der Spule beziehungsweise der Spulenanordnung den Draht gezielt zuführen zu können und eine gleichmäßige Bewicklung zu bewirken, ist bevorzugt, dass die Drahtzuführungsanordnung an einem beweglichen Gestänge befestigt ist, so dass sie der Bewegung des Wickelpins infolge der Drehung der Platte und/oder dem Verschieben des Wickelpins zum Ende des ersten Drahtabschnitts hin folgen kann. Trotz der Bewegung des Wickelpins bleibt die Drahtzuführungsanordnung also immer in der Nähe des Wickelpins.

[0023] Hierbei ist besonders bevorzugt, dass die Wikkelmaschine Führungsmittel aufweist, die mit dem Wikkelpin und/oder den Drahtzuführungsmittel derart zusammenwirken, dass die Drahtzuführungsmittel der Bewegung des Wickelpins infolge der Drehung der Platte und/oder dem Verschieben des Wickelpins zum Ende des ersten Drahtabschnitts hin folgen. Die Führungsmittel können beispielsweise einen Mitnehmer aufweisen, wobei ein erster Mitnehmerabschnitt des Wickelpins in einen zweiten Mitnehmerabschnitt der Drahtzuführungsanordnung eingreifen oder auf sonstige Weise mit diesem zusammenwirken kann, um die Drahtzuführungsanordnung der Bewegung des Wickelpins folgen zu lassen.

[0024] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in welcher exemplarische Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Darstellung einer Wikkelmaschine;

Figur 2 ein Detail aus der Darstellung von Figur 1;

Figur 3 eine Seitenansicht eines Wickelpins der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Wickelmaschine;

Figur 4 eine Draufsicht auf eine drehbar gelagerte Platte der Wickelmaschine aus den Figuren 1 und 2; und

Figur 5 eine Seitenansicht einer mittels der Wickelmaschine hergestellten Spule.

[0025] Figur 1 zeigt eine Wickelmaschine 11 mit einer Grundplatte 13, auf der eine gegenüber der Grundplatte 13 drehbar gelagerte Platte 15 angeordnet ist. Die Platte 15 kann wie in Figur 1 dargestellt im Wesentlichen kreisscheibenförmig sein. Ein ebenfalls an der Grundplatte 13 angeordneter Hauptantrieb 17 ist beispielsweise mittels eines Riemens oder Zahnriemens mit der Platte 15 derart gekoppelt, dass er die Platte 15 drehen kann. Der Hauptantrieb 17 kann beispielsweise einen Elektromotor 19 aufweisen.

[0026] Die Platte 15 ist Teil einer Wickelanordnung 21 der Wickelmaschine 11. Die Wickelanordnung 21 weist mindestens einen Wickelpin 23, vorzugsweise mehrere, insbesondere sechs Wickelpins 23, auf, die auf der Platte 15 in bezüglich einer Hauptdrehachse der Platte 15 radialer Richtung verschiebbar befestigt sind. Die verschiebbare Befestigung der Wickelpins 23 kann beispielsweise mittels Schieber 25 erreicht werden, wobei jedem Wickelpin 23 jeweils ein solcher Schieber 25 zugeordnet ist. Jedem Schieber 25 bzw. Wickelpin 23 kann ein Aktor 27 mit einem pneumatischen Antrieb 29 zugeordnet sein. An Stelle des pneumatischen Antriebs 29 kann auch ein elektromagnetischer Antrieb vorgesehen sein. Es ist auch denkbar, an Stelle des Aktors 27 oder zusätzlich zum Aktor 27 eine Feder vorzusehen, die auf den jeweiligen Wickelpin 23 eine Kraft ausübt, die in Richtung zur Hauptdrehachse wirkt.

[0027] Des Weiteren weist die Wickelmaschine 11 eine Drahtzuführungsanordnung 31 auf, die dazu eingerichtet ist, beim Wickeln von Spulen dem jeweiligen Wikkelpin 23 Draht zuzuführen und eine Drahtführung beim Wickeln auf den Wickelpin 23 sicherzustellen. Die Drahtzuführungsanordnung 31 ist über ein bewegliches Gestänge 33 an der Grundplatte 13 befestigt, sodass sie einer Bewegung des Wickelpins 23, der momentan bewickelt wird, folgen kann.

[0028] Aus Figur 2 ist ersichtlich, dass zumindest ein Wickelpin 23 vorzugsweise alle Wickelpins 23 einen ersten Mitnehmerabschnitt 35 aufweisen. Der erste Mitnehmerabschnitt 35 ist so ausgebildet, dass er in einen zweiten Mitnehmerabschnitt 37 der Drahtzuführungsanordnung 31 eingreifen kann, um die Drahtzuführungsanordnung 31 gemäß der Bewegung des Wickelpins 23 zu führen, sodass die Drahtzuführungsanordnung 31 während des Bewickeln des Wickelpins 23 in einem festen räumlichen Bezug zu dem Wickelpin 23 bleibt, auch dann wenn sich der Wickelpin 23 in radialer Richtung bezüglich der Hauptdrehachse bewegt und die Platte 15, angetrieben vom Hauptantrieb 17, rotiert.

[0029] Fünf der in Figur 2 dargestellten Wickelpins 23 befinden sich in einer Endposition in der Nähe der Mitte der Platte 15. Diese fünf Wickelpins 23 sind bereits mit fertig gewickelten Spulen bestückt. Der sechste Wickelpin 23 (in Figur 2 rechts dargestellt) ist noch nicht mit Draht 39 bewickelt. Der Draht 39 ist jedoch an dem sechsten Wickelpin 23 fixiert. Zum Fixieren des Drahts 39 kann der Wickelpin 23 bspw. einen in seiner Längsrichtung verlaufenden Schlitz, eine Kerbe oder andere Fixiermittel, die zum Fixieren des Drahts 39 am Wickelpin 23 eingerichtet sind, aufweisen.

[0030] Figur 3 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines Wickelpins 23. Bei diesem Wickelpin 23 ist zum Fixieren des in Figur 2 gezeigten Drahts 39 ein Schlitz 41 vorgesehen, der an einer von der Platte 15 (siehe Figur 1 oder nachfolgend erläuterte Figur 4) abgewandten Sei-

te des Wickelpins 23 beginnt und zumindest im Wesentlichen in axialer Richtung bezüglich des Wickelpins 23 verläuft. Jedem Wickelpin 23 ist ein Drehantrieb 43 zugeordnet, der den Wickelpin 23 so antreiben kann, dass er um seine eigene Längsachse 45 rotiert. Ferner kann dem Wickelpin 23 ein Hubantrieb 47 zugeordnet sein, der den Wickelpin, bspw. während des Bewickelns mit dem Draht 39, entlang der Längsachse 45 verstellen kann. Der Drehantrieb 43 kann bspw. einen Elektromotor aufweisen, und der Hubantrieb 47 kann einen Pneumatikzylinder umfassen.

[0031] In Figur 4 ist die Platte 15 in einer Draufsicht dargestellt. Die Hauptdrehachse wurde mit dem Bezugszeichen 49 versehen. Man erkennt, dass die Hauptdrehachse 49 eine Mittelachse der insgesamt kreisscheibenförmigen Platte 15 bildet. Die Wickelmaschine 11 befindet sich in dem in Figur 2 gezeigten Zustand, in dem bereits fünf Spulen um fünf unterschiedliche Wickelpins 23 gewickelt worden sind. Der sechste Wickelpin 23, der in Figur 4 unten dargestellt ist, ist noch nicht bewickelt worden. Figur 4 zeigt also den Zustand der Wickelmaschine 11 unmittelbar vor dem Herstellen der sechsten und letzten Spule einer Spulenanordnung 51, die insgesamt aus sechs gleichartigen Spulen besteht. In einer nicht gezeigten Ausführungsform ist die Wickelmaschine 11 zum Herstellen einer Spulenanordnung mit einer anderen Anzahl von Spulen eingerichtet. Hierzu kann diese Wickelmaschine 11 eine andere Anzahl an Wickelpins 23 aufweisen.

[0032] Zum Herstellen der sechsten Spule wird nun, wie in Figur 4 dargestellt, ein mittlerer Bereich 53 des Drahts 39, der sich zwischen einem ersten Drahtabschnitt 55 des Drahts 39 und einem zweiten Drahtabschnitt 57 des Drahts 39 befindet, am Wickelpin 23 fixiert. Zum Fixieren am Wickelpin 23 kann der mittlere Bereich 53 in den Schlitz 41 (siehe Figur 3) eingesetzt werden. Der erste Drahtabschnitt 55 erstreckt sich über den Bereich des Drahts 39 zwischen dem sechsten Wickelpin 23 und dem benachbarten, fünften Wickelpin 23. Der zweite Drahtabschnitt 57 befindet sich zumindest teilweise noch in der in der Figur 1 gezeigten Drahtzuführungsanordnung 31 und wird beim Bewickeln des Wickelpins 23 von dieser Drahtzuführungsanordnung 31 freigegeben. Vorzugsweise sind der erste Drahtabschnitt 55 und der zweite Drahtabschnitt 57 gleich lang.

[0033] In der Figur 5 ist eine fertig gewickelte Spule 67 gezeigt. Die Spule weist eine erste Teilwicklung 59 und eine zweite Teilwicklung 65 auf.

[0034] Zum Herstellen der ersten Teilwicklung 59 (siehe Figur 5) wird der Wickelpin 23 der Figur 4 in eine Drehbewegung $\omega 1$ versetzt, sodass der erste Drahtabschnitt 55 aufgewickelt wird. Da der Wickelpin 23 in einer bezüglich der Hauptdrehachse 49 radialen Richtung verschiebbar gelagert ist, bewegt sich der Wickelpin 23 während des Aufwickelns des ersten Drahtabschnitts 55 entlang einer radialen Bewegungsrichtung (Pfeil 61 in Figur 4). Wenn die erste Teilwicklung 59 fertig hergestellt ist, befindet sich der Wickelpin 23 in einer in Figur 4 gestrichelt eingezeichneten Endposition 63. Ein Wickelsinn der ersten Teilwicklung 59 entspricht der Drehrichtung $\omega 1$.

[0035] Um zu verhindern, dass der zweite Drahtabschnitt 57 während der Rotation $\omega 1$ des Wickelpins 23 in demselben Wickelsinn auf den Wickelpin 23 aufgewikkelt wird wie die erste Teilwicklung 59, versetzt der Hauptantrieb 17 gemäß der Figur 4 die Platte 15 in eine weitere Drehbewegung $\omega 2$, die entgegengesetzt ist zur Drehbewegung $\omega 1$ des Wickelpins 23. Die Drehbewegungen $\omega 1$ und $\omega 2$ sind dabei derart gewählt, dass die daraus resultierenden Umfangsgeschwindigkeiten am Wickelpin 23 gleich groß sind. Da gemäß der Figur 1 die Drahtzuführungsanordnung 31 über das Gestänge 33 an der Grundplatte 13 befestigt ist und deshalb nicht mit der Platte 15 mit rotiert, wird durch die weitere Drehbewegung $\omega 2$ ein Bewickeln des Wickelpins 23 im Wickelsinn der ersten Teilwicklung 59 vermieden.

[0036] Während des Bewickelns des Wickelpins 23 mit der ersten Teilwicklung 59 wird der Wickelpin 23 mittels des in der Figur 3 gezeigten Hubantriebs 47 angehoben.

[0037] Sobald der Wickelpin 23 die in der Figur 4 gezeigte Endposition 63 erreicht hat, wird der Drehantrieb 43 angehalten, um eine weitere Rotation $\omega 1$ des Wickelpins 23 zu unterbinden. Der Hauptantrieb 17 treibt die Platte 15 jedoch weiterhin gemäß der weiteren Drehung $\omega 2$ an, sodass nun der Wickelpin 23 mit dem zweiten Drahtabschnitt 57 bewickelt wird und die zweite Teilwicklung 65 (siehe Figur 5) entsteht. Während des Bewikkelns des Wickelpins 23 mit dem zweiten Drahtabschnitt 57 führt die Drahtzuführungsanordnung 31 (siehe Figur 1) den zweiten Abschnitt 57 des Drahts 39 zu. Hierbei kann der Draht 39 bspw. von einer Drahtrolle oder Haspel abgerollt werden. Sobald der zweite Drahtabschnitt 57 vollständig auf den Wickelpin 23 aufgewickelt worden ist, kann der Hauptantrieb 17 gestoppt werden. Das Ende des Wickelns des zweiten Drahtabschnitts 53 kann bspw. durch Zählen der Umdrehungen der Platte 15 erkannt werden.

[0038] Die fertig gewickelte Spule 67 umfassend die erste Teilwicklung 59 und die zweite Teilwicklung 65 ist, wie bereits erwähnt, in der Figur 5 dargestellt. Die erste Teilwicklung 59 befindet sich in dieser Darstellung oberhalb der zweiten Teilwicklung 65. Jedoch kann in einer anderen Ausführungsform die zweite Teilwicklung 65 auch oberhalb der ersten Teilwicklung 59 angeordnet sein. In der gezeigten Ausführungsform der Figur 5 handelt es sich bei dem Draht 39 um Flachdraht, der die Herstellung relativ kompakter Spulen 67 erlaubt. Jedoch ist die Erfindung auch in Verbindung mit Draht, der eine andere Querschnittsform aufweist, bspw. Runddraht, anwendbar. Die erste Teilwicklung 59 ist gemäß einem ersten Wickelsinn (entsprechend der Drehung $\omega 1$) gewikkelt. Die zweite Teilwicklung 65 ist gemäß einem zweiten Wickelsinn (entsprechend der Drehung $\omega 2$) gewickelt, der dem ersten Wickelsinn von $\omega 1$ entgegengesetzt ist. Da Spulenenden 69 der Spule 67 sich an einer Außenseite der beiden Teilwicklungen 59, 65 befinden, das

heißt an einer von der Längsachse 45 abgewandten Seite der beiden Teilwicklungen 59, 65 ergibt sich bei Bestromung der Spule 67 ein Strom, der in beiden Teilwicklungen 59, 65 in der gleichen Richtung um die Längsachse 45 umläuft.

[0039] Nachdem die letzte Spule 67 hergestellt worden ist, befinden sich gemäß der Figur 4 alle Wickelpins 23 in ihren jeweiligen Endpositionen 63. Diese Endpositionen geben eine Lage der einzelnen Spule 67 innerhalb der aus ihnen gebildeten Spulenanordnung 51 vor. Die fertig hergestellte Spulenanordnung 51 kann dann aus der Wickelmaschine 11 entnommen werden, und bspw. durch Vergießen und/oder durch eine Wärmebehandlung der Spulenanordnung 51 mechanisch stabilisiert werden.

[0040] Insgesamt erlaubt es die Wickelmaschine 11 und ein von ihr ausgeführtes Verfahren zum Herstellen der Spulenanordnung 51, mehrere in Serie geschaltete Spulen 67 herzustellen, die aus einem einzigen Stück Draht 39 gewickelt sind. Dadurch, dass gemäß dem Verfahren an dem mittleren Bereich 53 zwischen den beiden Drahtabschnitten 55, 57 angesetzt wird, kann die Spule 67 in einen Abschnitt des Drahts 39 eingeformt werden, ohne dass hierzu auf ein freies, abgetrenntes Ende des Drahts 39 zugegriffen werden braucht. Mit dem Verfahren bzw. der Wickelmaschine 11 können deshalb insbesondere Spulenanordnungen 51 für Elektromotoren mit scheibenförmigen Spulen hergestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Spulenanordnung (51) mit Hilfe einer Wickelmaschine (11), wobei ein Draht (39) auf einen Wickelpin (23) einer Wickelanordnung (21) der Wickelmaschine (11) aufgewickelt wird, um eine Spule (67) der Spulenanordnung (51) herzustellen, **dadurch gekennzeichnet, dass**

   - aus einem ersten Drahtabschnitt (55) des Drahts (39) eine erste Teilwicklung (59) der Spule (67) hergestellt wird, indem der Wickelpin (23) gemäß einer ersten Drehbewegung (ω1) mit dem ersten Drahtabschnitt (55) bewickelt wird und
   - aus einem zweiten Drahtabschnitt (57) des Drahts eine zweite Teilwicklung (65) der Spule (67) hergestellt wird, indem der Wickelpin (23) gemäß einer der ersten Drehbewegung (ω1) entgegengesetzten zweiten Drehbewegung (ω2) mit dem zweiten Drahtabschnitt (57) bewikkelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein mittlerer Bereich (53) des Drahts (39) zwischen den beiden Drahtabschnitten (55, 57) an dem Wickelpin (23) fixiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Herstellen der ersten Teilwicklung (59) der Wickelpin (23) um seine Längsachse (45) rotiert wird, um ihn mit dem ersten Drahtabschnitt (55) zu bewickeln.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wickelmaschine (11) eine Drahtzuführungsanordnung (31) aufweist, und dass beim Herstellen der ersten Teilwicklung (59) die Wickelanordnung (21) gegenüber der Drahtzuführungsanordnung (31) der Wickelmaschine (11) derart rotiert wird, dass die Drehbewegungen (ω1, ω2) des Wikkelpins (23) und der Wikkelanordnung (21) sich voneinander unterscheiden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aus den Drehbewegungen (ω1, ω2) resultierenden Umfangsgeschwindigkeiten am Wickelpin (23) im Wesentlichen gleich groß sind, sodass der Wickelpin (23) lediglich vom ersten Drahtabschnitt (55) bewickelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Herstellen der zweiten Teilwicklung (65) die Drehbewegung (ω1) des Wickelpins (23) um seine Längsachse (45) zumindest im Wesentlichen unterbunden wird und die Wikkelanordnung (21) gegenüber der Drahtzuführungsanordnung (31) der Wickelmaschine (11) rotiert, sodass der Wickelpin (23) von dem zweiten Drahtabschnitt (57) infolge der Drehbewegung (ω2) der Wickelanordnung (21) gegenüber der Drahtzuführungsanordnung (31) umwikkelt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Spulen (67) aus einem Stück Draht (39) hergestellt werden, indem nacheinander mehrere Wickelpins (23) mit jeweils einem ersten Drahtabschnitt (55) und einem zweiten Drahtabschnitt (57) bewickelt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein vom mittleren Bereich (53) abgewandtes Ende des ersten Drahtabschnitts (55) einen festen räumlichen Bezug zu der Wickelanordnung (21) aufweist und der Wickelpin (23) zum Ende des ersten Drahtabschnitts (55), vorzugsweise entlang einer Geraden (61), hinbewegt wird, während der Wickelpin (23) mit dem ersten Drahtabschnitt (55) bewickelt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gegenkraft erzeugt wird, die dem Bewegen des Wickelpins (23) zum Ende des ersten Drahtabschnitts (55) hin entgegenwirkt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass der Wickelpin (23) nach dem Bewegen zum Ende des ersten Drahtabschnitts hin in einer Endposition (63) arretiert wird, die einer vorgegebenen Lage der Spule (67) innerhalb der Spulenanordnung (51) entspricht.

11. Wickelmaschine (11) zum Herstellen einer Spulenanordnung (51), wobei die Wickelmaschine (11) eine Wickelanordnung (21) aufweist, die dazu eingerichtet ist, einen Draht (39) auf einen Wickelpin (23) aufzuwickeln, um eine Spule (67) der Spulenanordnung (51) herzustellen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wickelmaschine (11) dazu eingerichtet ist,

- aus einem ersten Drahtabschnitt (55) des Drahts (39) eine erste Teilwicklung (59) der Spule (67) herzustellen, indem der Wickelpin (23) gemäß einer ersten Drehbewegung (ω1) mit dem ersten Drahtabschnitt (55) bewickelt wird und
- aus einem zweiten Drahtabschnitt (57) des Drahts (39) eine zweite Teilwicklung (65) der Spule (67) herzustellen, indem der Wickelpin (23) gemäß einer der ersten Drehbewegung (ω1) entgegengesetzten zweiten Drehbewegung (ω2) mit dem zweiten Drahtabschnitt (57) bewickelt wird.

12. Wickelmaschine (11) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wickelmaschine (11) zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 eingerichtet ist.

13. Wickelmaschine (11) nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wickelanordnung (21) eine um eine Hauptdrehachse (49) drehbar gelagerte Platte (15) aufweist, auf der mindestens ein Wickelpin (23), vorzugsweise in einer radialen Richtung (61) bezüglich der Hauptdrehachse (49), verschiebbar gelagert ist.

14. Wickelmaschine (11) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wickelmaschine (11) eine Drahtzuführungsanordnung (31) aufweist, die derart angeordnet ist, dass die Drehung der Platte (15) um die Hauptdrehachse (49) zu einer Drehbewegung (ω2) des Wickelpins (23) um die Drahtzuführungsanordnung (31) führt.

15. Wickelmaschine (11) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drahtzuführungsanordnung (31) an einem Gestänge (33) befestigt ist, sodass sie der Bewegung des Wickelpins (23) infolge der Drehbewegung (ω2) der Platte (15) und/oder dem Verschieben (61) des Wickelpins (23) hin zum Ende des ersten Drahtabschnitts (55) folgen kann.

16. Wickelmaschine (11) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wickelmaschine (11) Führungsmittel (35, 37) aufweist, die mit dem Wikkelpin (23) und der Drahtzuführungsanordnung (31) derart zusammenwirken, dass die Drahtzuführungsanordnung (31) der Bewegung des Wickelpins infolge der Drehbewegung (ω2) der Platte (15) und/oder dem Verschieben (61) des Wickelpins (23) hin zum Ende des ersten Drahtabschnitts (55) folgen.

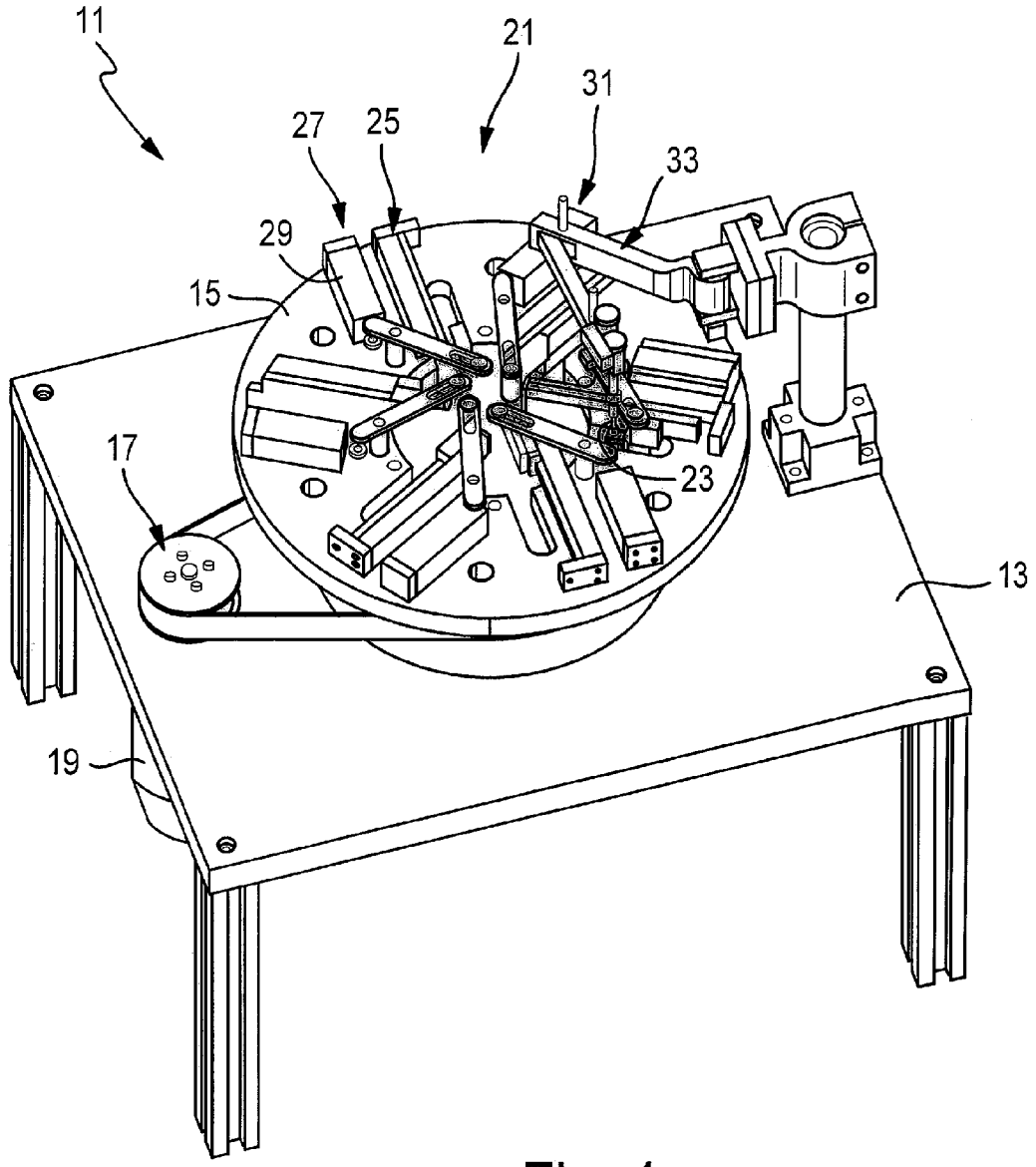

Fig. 1

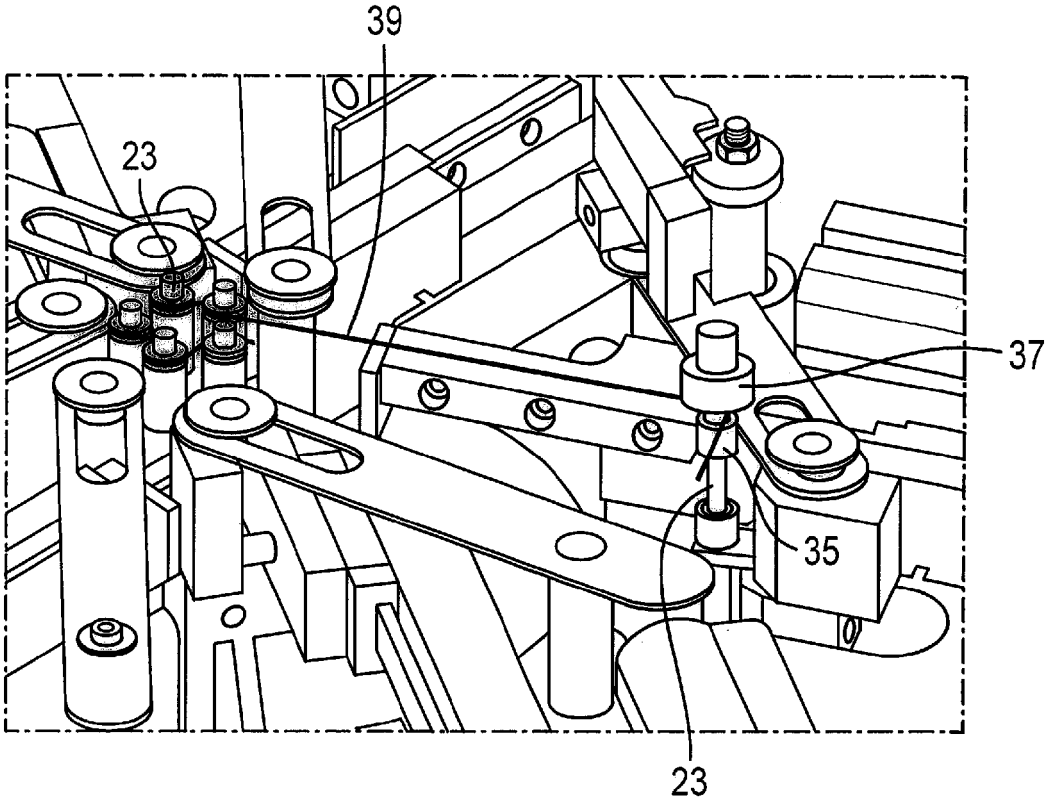

Fig. 2

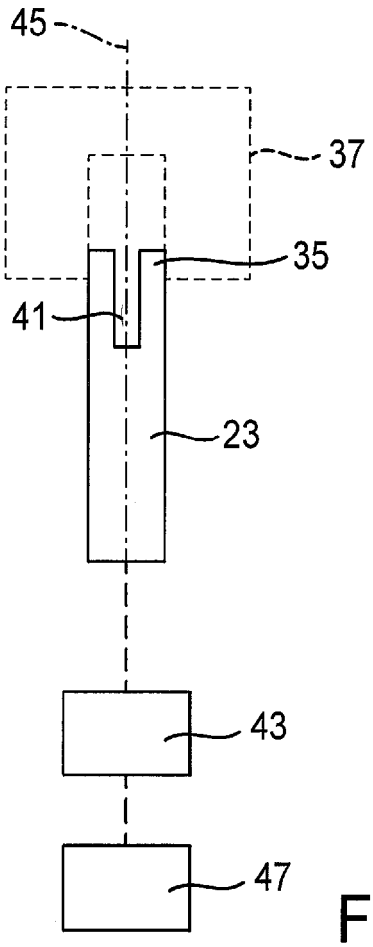

Fig. 3

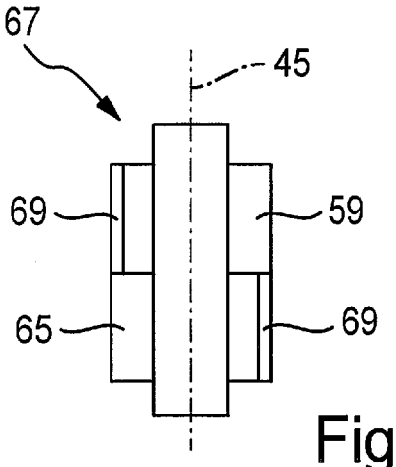

Fig. 5

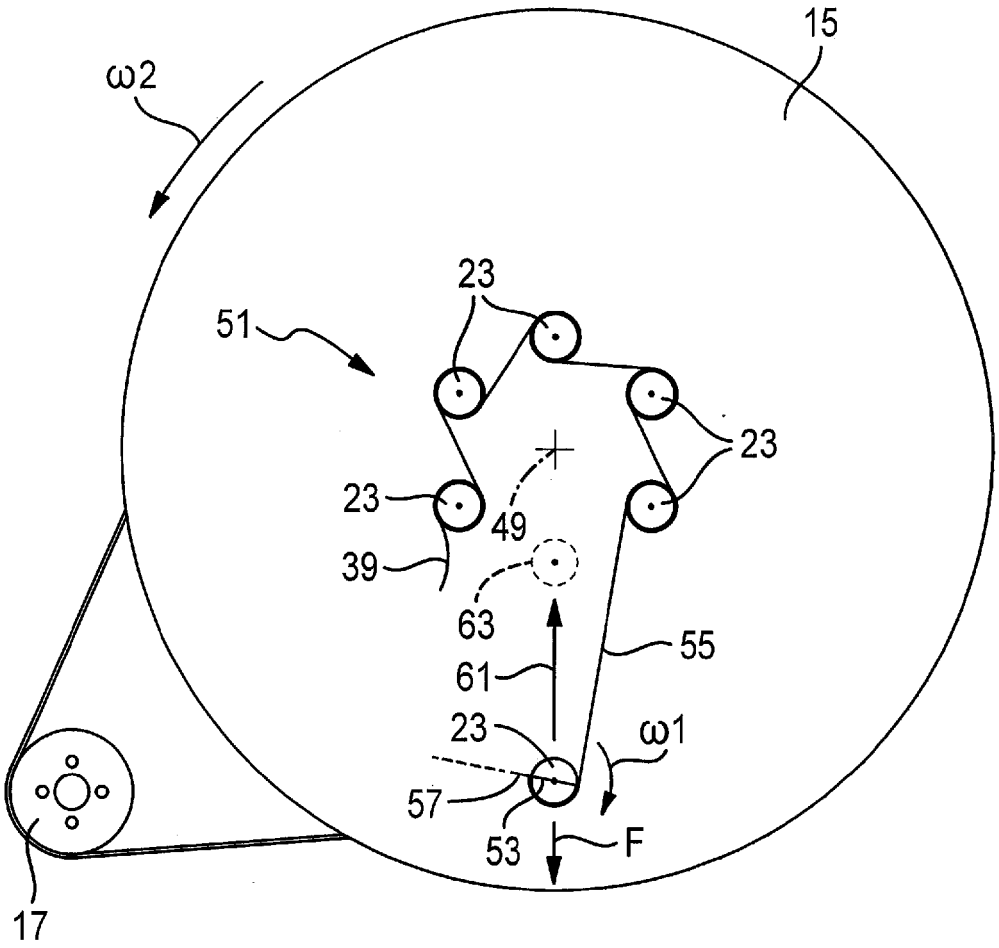

Fig. 4