

(19)



(11)

EP 3 096 335 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.11.2016 Patentblatt 2016/47

(51) Int Cl.:
H01F 27/28 (2006.01) **H01F 41/12** (2006.01)
H01F 41/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15168564.1**

(22) Anmeldetag: **21.05.2015**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(72) Erfinder:
• **Artmann, Konrad**
86938 Schondorf (DE)
• **Schaefer, Thomas**
86836 Obermeitingen (DE)

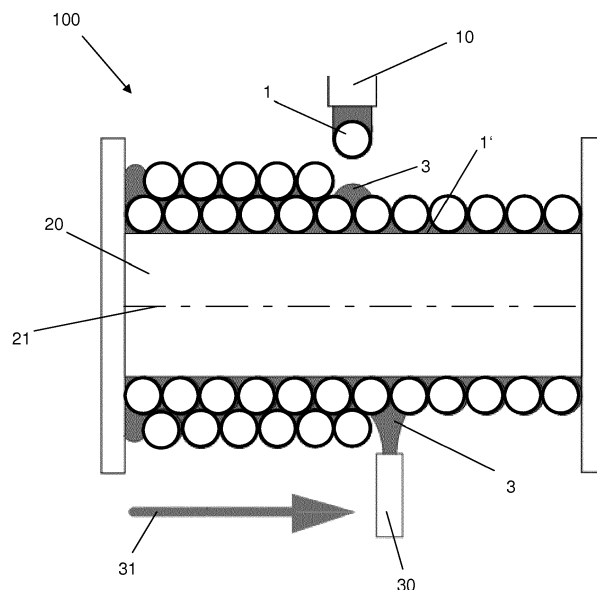
(74) Vertreter: **Hilti Aktiengesellschaft**
Corporate Intellectual Property
Feldkircherstrasse 100
Postfach 333
9494 Schaan (LI)

(54) **SPULENWICKELVERFAHREN UND SPULENWICKELVORRICHTUNG**

(57) Spulenwickelverfahren, bei dem in einem Wickelvorgang ein elektrisch leitfähiger und bereits elektrisch isolierter Draht (1) mittels einer Spulenwickelvorrichtung (100) einem Spulenträger (20) zugeführt und

auf diesen aufgewickelt wird, wobei während des Wickelvorgangs ein wärmeleitfähiges Material (3) auf den Draht (1) oder Spulenträger (20) aufgebracht wird.

Fig. 2



EP 3 096 335 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Spulenwickelverfahren, bei dem in einem Wickelvorgang ein elektrisch leitfähiger und bereit elektrisch isolierter Draht mittels einer Spulenwickelvorrichtung einem Spulenträger zugeführt und auf diesen aufgewickelt wird. Die vorliegende Erfindung betrifft ebenfalls eine Spulenwickelvorrichtung zum Zuführen eines elektrisch leitfähigen und bereit elektrisch isolierten Drahts zu einem Spulenträger und zum Aufwickeln des Drahts auf den Spulenträger.

[0002] Derartige Spulenwickelverfahren und Spulenwickelvorrichtungen sind grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt und dienen zum Herstellen von Spulen für elektrische Maschinen wie beispielsweise Handwerkzeugmaschinen. Der Spulenträger, auf den der Draht aufgewickelt beziehungsweise aufzuwickeln ist, kann ein Polzahn einer elektrischen Maschine sein oder einen solchen aufweisen. Im Betrieb wird der elektrisch leitfähige Draht mit einem Strom beaufschlagt, um mittels des elektromotorischen Prinzips elektrische in mechanische Energie, insbesondere Rotationsenergie, zu wandeln.

[0003] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Spulenwickelverfahren sowie eine Spulenwickelvorrichtung bereitzustellen, die die Herstellung von Spulen mit kompakteren Abmessungen ermöglichen.

[0004] Bezüglich des Spulenwickelverfahrens wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass während des Wickelvorgangs ein wärmeleitfähiges Material direkt auf den Draht und/oder den Spulenträger aufgebracht wird.

[0005] Die Erfindung schließt die Erkenntnis ein, dass strombeaufschlagte Spulen energetische Verluste haben, die zur Erwärmung der Spule führen. Diese Wärme kann typischerweise nur schlecht radial nach außen abgeleitet werden, da die Windungen der Spule zueinander häufig keinen flächigen Kontakt haben und zwischen den Drähten Luftspalte verbleiben. Dies führt bei Spulen des Standes der Technik nachteiligerweise dazu, dass hochwertige Drahtqualitäten eingesetzt werden müssen beziehungsweise größere Bauvolumen der Spule erforderlich werden.

[0006] Dadurch, dass bei dem erfindungsgemäßen Spulenwickelverfahren während des Wickelvorgangs ein wärmeleitfähiges Material auf direkt auf den Draht und/oder den Spulenträger aufgebracht wird, können Luftspalte beziehungsweise Einschlüsse zwischen den Drahtlagen bzw. Windungen vermieden und ein flächiger, gut wärmeleitender Kontakt der Windungen bzw. Drahtlagen zueinander hergestellt werden. Vorteilhafterweise kann ein dem Wickelvorgang nachgelagerter Arbeitsgang des Auftragens eines wärmeleitfähigen Materials auf die dann bereits fertig gewickelte Spule entfallen.

[0007] Eine erfindungsgemäß hergestellte Spule hat den Vorteil, dass die bei einem Stromfluss durch den Draht entstehende Wärme nun verbessert nach außen abgeführt werden kann. Damit ist zum einen die Herstellung von Spulen mit kompakteren Abmessungen, das

heißt höheren Leistungsdichten, möglich. Des Weiteren wird dadurch, dass nunmehr günstigere Drahtqualitäten für die Herstellung der Spule verwendbar sind, eine deutliche Kostensenkung bei der Herstellung von Spulen erreicht.

[0008] Des Weiteren kann mit der Verwendung eines entsprechenden Materials auch die Fixierung des Drahts auf der Spule bzw. der Drähte miteinander verbessert werden.

[0009] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Spulenwickelverfahrens wird das wärmeleitfähige Material auf den Draht aufgebracht, wenn dieser als zumindest teilweise Spule bereits auf dem Spulenträger befindlich ist. Das Verfahren kann vorsehen, dass bevor oder während der Draht mit dem Spulenträger in Kontakt kommt oder auf diesen aufgewickelt wird, auch wärmeleitfähiges Material auf den Spulenträger selbst aufgebracht wird. Dies kann beispielsweise bei der Erzeugung der ersten Wicklungslage des Drahts auf dem Spulenträger der Fall sein.

[0010] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn das wärmeleitfähige Material durch eine Materialauftragseinheit, bezogen auf eine Rotationsrichtung des Spulenträgers, vorlaufend und/oder nachlaufend auf den Draht oder/und den Spulenträger aufgebracht werden.

[0011] Bei einem vorlaufenden Auftrag des wärmeleitfähigen Materials auf den Spulenträger wird beispielsweise die jeweils neu aufzuwickelnde Windung des Drahts in das dann bereits auf dem Spulenträger befindliche wärmeleitfähige Material eingebettet. Bezogen auf weitere Lagen kann ein vorlaufender Auftrag bedeuten, dass zunächst ein Zwischenraum einer jeweils darunter befindlichen Drahtlage zunächst mit dem wärmeleitfähigen Material befüllt und anschließend der noch aufzuwickelnde Draht an dieser Stelle eingebettet wird. Im Rahmen eines nachlaufenden Auftrags kann ein Drahtabschnitt zunächst auf den Spulenträger aufgewickelt und anschließend das wärmeleitfähige Material auf diesem aufgebracht werden.

[0012] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung wird das wärmeleitfähige Material auf den Draht oder den Spulenträger über eine Materialauftragseinheit aufgetragen. Die Materialauftragseinheit kann während des Wickelvorgangs relativ, bevorzugt parallel, zu einer Spulenträgerlängsachse des Spulenträgers bewegt werden. Die Materialauftragseinheit kann während des Wickelvorgangs relativ zum Wickelwerkzeug, bevorzugt gleichsinnig zum Wickelwerkzeug bewegt werden und/oder mitgeführt werden. Bedarfsweise ist es ebenfalls möglich, eine gegensinnige Bewegung der Materialauftragseinheit zum Wickelwerkzeug zu realisieren.

[0013] Das Verfahren kann vorsehen, dass das wärmeleitfähige Material eine Paste, ein Klebstoff oder ein Wachs ist. Das wärmeleitfähige Material kann als Fluid, als Pad oder als fadenförmiges/abrollfähiges Material bereitgestellt sein. In einer bevorzugten Ausgestaltung wird das wärmeleitfähige Material auf den Draht und/oder den Spulenträger aufgesprüht.

[0014] Alternativ dazu, dass das wärmeleitfähige Material auf den Draht aufgebracht wird, wenn dieser als zumindest teilweise Spule bereits auf dem Spulenträger befindlich ist, kann das wärmeleitfähige Material auf den noch zu wickelnden Draht aufgebracht werden. Mit anderen Worten kann in aufzuwickelnder Draht in einem Drahtabschnitt bereits über ein im Rahmen des Verfahrens aufzutragendes wärmeleitfähiges Material verfügen, bevor dieser Drahtabschnitt mit dem Spulenträger in Kontakt kommt.

[0015] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird das wärmeleitfähige Material erst auf den Draht aufgebracht, nachdem der Draht ein Wickelwerkzeug der Spulenwickelvorrichtung, das den Draht plastisch verformt, passiert hat. Alternativ kann das Verfahren vorsehen, dass das wärmeleitfähige Material bereits auf den Draht aufgebracht wird, bevor der Draht ein Wickelwerkzeug der Spulenwickelvorrichtung, das den Draht plastisch verformt, passiert. Als weitere Alternative ist es möglich, dass das wärmeleitfähige Material auf den Draht aufgebracht wird, während der Draht ein Wickelwerkzeug der Spulenwickelvorrichtung, das den Draht plastisch verformt, passiert.

[0016] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn das wärmeleitfähige Material streifenförmig entlang einer Längsachse des Drahts aufgebracht wird. Das wärmeleitfähige Material kann derart auf den Draht aufgebracht werden, dass ein jeweiliger Querschnitt des Drahts in Umfangsrichtung nur teilweise von wärmeleitfähigem Material bedeckt ist. Das wärmeleitfähige Material kann in Form von vier Streifen verlaufen, die gleichmäßig entlang des Umfangs der Drahts voneinander beabstandet sind. Es ist jedoch auch möglich, dass das wärmeleitfähige Material in mehr als vier Streifen verläuft. Das Spulenwickelverfahren kann ein Linear-, Nadel- oder Flyerwickelverfahren sein und entsprechend auf einer Linear-, Nadel- oder Flyerspulenwickelvorrichtung ausgeführt werden. Die Linearwickelvorrichtung kann auch als Lagenwickler oder Bobinwickler bezeichnet werden.

[0017] Die Erfindung wird ebenfalls gelöst durch eine Spulenvorrichtung der eingangs genannten Art, wobei die Spulenwickelvorrichtung eine Materialauftragseinheit aufweist, mittels derer während des Wickelvorgangs ein wärmeleitfähiges Material direkt auf den Draht und/oder den Spulenträger aufgebracht werden kann.

[0018] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Spulenwickelvorrichtung ist die Materialauftragseinheit derart angeordnet und eingerichtet, dass das wärmeleitfähige Material auf den Draht aufgebracht wird, wenn dieser als zumindest teilweise Spule bereits auf dem Spulenträger befindlich ist.

[0019] In einer alternativen Ausgestaltung kann die Materialauftragseinheit derart angeordnet und eingerichtet sein, dass das wärmeleitfähige Material erst auf den Draht aufgebracht wird, nachdem der Draht ein Wickelwerkzeug der Spulenwickelvorrichtung, das den Draht plastisch verformt, passiert hat. Die Materialauftragseinheit kann alternativ derart angeordnet und eingerichtet

sein, dass das wärmeleitfähige Material bereits auf den Draht aufgebracht wird, bevor der Draht das Wickelwerkzeug der Spulenwickelvorrichtung, das den Draht plastisch verformt, passiert. Alternativ kann die Materialauftragseinheit derart angeordnet und eingerichtet sein, dass das wärmeleitfähige Material auf den Draht aufgebracht wird, während der Draht das Wickelwerkzeug der Spulenwickelvorrichtung, das den Draht plastisch verformt, passiert.

[0020] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Materialauftragseinheit derart angeordnet und eingerichtet, dass das wärmeleitfähige Material streifenförmig entlang einer Längsachse des Drahts aufgebracht wird, bevorzugt derart auf den Draht aufgebracht wird, dass ein jeweiliger Querschnitt des Drahts in Umfangsrichtung nur teilweise von wärmeleitfähigem Material bedeckt ist.

[0021] Weiter bevorzugt kann die Spulenwickelvorrichtung ausgebildet und eingerichtet sein, dass die Materialauftragseinheit das wärmeleitfähige Material vorlaufend und/oder nachlaufend, bezogen auf eine Rotationsrichtung des Spulenträgers, auf den Draht oder den Spulenträger aufrägt.

[0022] Bevorzugt ist die Spulenwickelvorrichtung ausgebildet und eingerichtet, dass die Materialauftragseinheit während des Wickelvorgangs relativ zum Wickelwerkzeug, bevorzugt gleichsinnig zum Wickelwerkzeug, bewegt wird. In einer weiteren Ausgestaltung ist diese Spulenwickelvorrichtung ausgebildet und eingerichtet, dass die Materialauftragseinheit während des Wickelvorgangs relativ, bevorzugt parallel, zu einer Spulenträgerlängsachse des Spulenträgers bewegt wird und/oder die Materialauftragseinheit mit dem Wickelwerkzeug mitgeführt wird.

[0023] Es soll verstanden werden, dass die mit Bezug auf das Spulenwickelverfahren beschriebenen Merkmale auch als bezüglich der Spulenwickelanordnung offenbart gelten sollen und umgekehrt. Ist beispielsweise bezüglich des Spulenwickelverfahrens offenbart, dass das wärmeleitfähige Material auf den noch zu wickelnden Draht aufgebracht wird, so soll gleichsam offenbart sein, dass die Spulenwickelvorrichtung ausgebildet ist, das wärmeleitfähige Material auf den noch zu wickelnden Draht aufzubringen.

[0024] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Figurenbeschreibung. In den Figuren sind verschiedene Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die Figuren, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen. In den Figuren sind gleiche und gleichartige Komponenten mit gleichen Bezugszeichen beziffert.

[0025] Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spulenwickelvorrichtung, auf der ein erfindungsgemäßes Spulenwickelver-

- fahren ausgeführt wird;
- Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spulenwickelvorrichtung, auf der ein erfindungsgemäßes Spulenwickelverfahren ausgeführt wird;
- Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spulenwickelvorrichtung, auf der ein erfindungsgemäßes Spulenwickelverfahren ausgeführt wird;
- Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spulenwickelvorrichtung, auf der ein erfindungsgemäßes Spulenwickelverfahren ausgeführt wird;
- Fig. 5 ein fünftes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spulenwickelvorrichtung, auf der ein erfindungsgemäßes Spulenwickelverfahren ausgeführt wird;
- Fig. 6 ein sechstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spulenwickelvorrichtung, auf der ein erfindungsgemäßes Spulenwickelverfahren ausgeführt wird;
- Fig. 7 ein siebtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spulenwickelvorrichtung, auf der ein erfindungsgemäßes Spulenwickelverfahren ausgeführt wird;
- Fig. 8 ein achttes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spulenwickelvorrichtung, auf der ein erfindungsgemäßes Spulenwickelverfahren ausgeführt wird;
- Fig. 9 ein neuntes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spulenwickelvorrichtung, auf der ein erfindungsgemäßes Spulenwickelverfahren ausgeführt wird.

Ausführungsbeispiele:

[0026] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Spulenwickelvorrichtung 100 zum Zuführen eines elektrisch leitfähigen und bereits elektrisch isolierten Drahts 1 auf einen zu einem Spulenträger 20 und zum Aufwickeln des Drahts 1 auf den Spulenträger 20. Die Spulenwickelvorrichtung 100 weist eine Materialauftragseinheit 30 auf, mittels derer während des Wickelvorgangs ein wärmeleitfähiges Material 3 auf den Draht 1 und den Spulenträger 20 aufgebracht werden kann.

[0027] Der Draht 1 wird über ein Wickelwerkzeug 10 plastisch verformt und dem Spulenträger 20 zugeführt, wobei der Spulenträger um seine Spulenträgerlängsachse 21 drehbar gelagert ist, sodass der Draht 1 auf den Spulenträger 20 durch Drehung des Spulenträgers 20

aufgewickelt werden kann. Das wärmeleitfähige Material 3 wird im in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel über eine Materialauftragseinheit 30 aufgetragen, wobei die Materialauftragseinheit 30 entlang der Bewegungsachse 31 bewegbar ausgebildet ist.

[0028] Auf der in Fig. 1 dargestellten Spulenwickelvorrichtung 100 wird ein erfindungsgemäßes Spulenwickelverfahren durchgeführt, bei dem in einem Wickelvorgang der elektrisch leitfähige und bereits elektrisch isolierte Draht 1 mittels der Spulenwickelvorrichtung 100 beziehungsweise durch dessen Wickelwerkzeug 10 einem Spulenträger 20 zugeführt und auf diesen aufgewickelt wird, wobei das wärmeleitfähige Material 3 auf den Spulenträger 20 aufgebracht wird.

[0029] In Fig. 1 ist der Zustand gezeigt, bei dem eine unvollständige erste Lage des Drahts 1 auf dem Spulenträger 20 befindlich ist und das wärmeleitfähige Material 3 auf den Spulenträger 20 aufgebracht wird, wenn der Draht zumindest teilweise als Spule bereits auf dem Spulenträger 20 befindlich ist. Im in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel wird das wärmeleitfähige Material 3 als fadenförmiges und abrollfähiges Material bereitgestellt. Das wärmeleitfähige Material 3 kann beispielsweise mittelviskos bis fest sein.

[0030] Die Spulenwickelvorrichtung 100 ist eingerichtet, dass das wärmeleitfähige Material 3 durch die Materialauftragseinheit 30 vorlaufend auf den Spulenträger 20 aufgebracht wird. Dafür ist die Materialauftragseinheit 30 beweglich entlang der Bewegungsachse 31 bezüglich des Spulenträgers 20 angeordnet, wobei die Bewegungsachse 31 parallel zur Spulenträgerlängsachse 21 verläuft. Während des Wickelvorgangs wird die Materialauftragseinheit 30 gleichsinnig zum Wickelwerkzeug 10 mitgeführt, wobei zunächst das wärmeleitfähige Material 3 auf den Spulenträger 20 aufgebracht und danach ein aufzuwickelnder Abschnitt des Drahts 1 in das wärmeleitfähige Material 3 eingebettet wird. Wie der Fig. 1 entnommen werden kann, wird das wärmeleitfähige Material 3 im Zuge des Wickelvorgangs gleichmäßig im jeweiligen Luftspalt 1' zwischen den jeweiligen Windungen des Drahts 1 verteilt, sodass der Luftspalt 1' im Wesentlichen vollständig durch wärmeleitfähiges Material 3 aufgefüllt ist. Derart wird erfindungsgemäß die thermische Leitfähigkeit der Spule verbessert, sodass eine Verlustwärme verbessert nach außen abgeführt werden kann.

[0031] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind das Wickelwerkzeug 10 und die Materialauftragseinheit 30 auf gegenüberliegenden Seiten des Spulenträgers 20 angeordnet. Bei der Spulenwickelvorrichtung 100 der Fig. 1 wird das wärmeleitfähige Material 3 erst auf den Spulenträger 20 beziehungsweise bei weiteren Lagen erst auf den Draht 1 aufgebracht, nachdem der Draht 1 das Wickelwerkzeug 10 der Spulenwickelvorrichtung 100, das den Draht 1 plastisch verformt, passiert hat.

[0032] Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel 100 entspricht im Wesentlichen dem mit Bezug auf Fig. 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel, wobei in Fig. 2 das Wickeln einer zweiten Lage des Drahts 1 auf dem

Spulenträger 20 dargestellt ist. Ebenso wie in Fig. 1 wird die Materialauftragseinheit 30 vorlaufend zum Wickelwerkzeug 10 mitgeführt, sodass ein noch aufzuwickelnder Abschnitt des Drahts 1 in das wärmeleitfähige Material 3 eingebettet wird, wie dies auf der oberen Seite des Spulenträgers ersichtlich ist. Beim Spulenwickelverfahren, das auf der Spulenwickelvorrichtung 100 der Fig. 2 ausgeführt wird, kommt ein wärmeleitfähiges Material 3 mit einer höheren Viskosität als in Fig. 1 zum Einsatz, was dadurch erkennbar ist, dass das wärmeleitfähige Material 3 in Form eines sich leicht aufweitenden Strahls aus der Materialauftragseinheit 30 austritt.

[0033] Fig. 3 zeigt eine Spulenwickelvorrichtung 100, beispielsweise die der Fig. 1, in Seitenansicht. Wie der Fig. 3 entnommen werden kann, sind das Wickelwerkzeug 10 und die Materialauftragseinheit 30 auf gegenüberliegenden Seiten des zu wickelnden Spulenträgers 20 angeordnet. Ein Aufwickeln des Drahts 1 auf den Spulenträger 20, der drehbar um die Spulenträgerlängsachse 21 gelagert ist, erfolgt in Rotationsrichtung R. Dabei kann der Fig. 3 gut entnommen werden, dass der Auftrag des wärmeleitfähigen Materials 3 durch die Materialauftragseinheit 30 vorlaufend bezogen auf die Rotationsrichtung R des Spulenträgers 20 erfolgt. Das wärmeleitfähige Material 3 kann beispielsweise mittelviskos bis fest sein.

[0034] In Fig. 4 ist nunmehr ein Ausführungsbeispiel einer Spulenwickelvorrichtung 100 dargestellt, bei der Materialauftragseinheit 30 und Wickelwerkzeug 10 auf der gleichen Seite des Spulenträgers angeordnet sind. Wie der Fig. 4 entnommen werden kann, erfolgt ein Auftrag des wärmeleitfähigen Materials 3 durch die Materialauftragseinheit 30 nachlaufend auf den Spulenträger 20, bezogen auf die Rotationsrichtung R. Das wärmeleitfähige Material 3 kann beispielsweise mittelviskos bis fest sein.

[0035] Bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt im Rahmen des erfindungsgemäßen Spulenwickelverfahrens ein Auftrag des wärmeleitfähigen Materials 30 auf den Draht 1, wenn dieser als Spule bereits auf dem Spulenträger 20 befindlich ist, wobei in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 ein Auftrag des wärmeleitfähigen Materials 3 beispielhaft mittels Sprühen erfolgt. Dementsprechend ist an einer Austrittsstelle 30 der Materialauftragseinheit ein Strahl des austretenden sprühfähigen Materials 3 deutlich aufgeweitet. Wie bereits mit Bezug auf das Ausführungsbeispiel der Fig. 1 beschrieben, ist auch bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 die Materialauftragseinheit 30 entlang der Bewegungsachse 31 beweglich gelagert, wobei die Bewegungsachse 31 parallel zur Spulenträgerlängsachse 21 verläuft.

[0036] Wie dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 entnommen werden kann, erfolgt ein Besprühen, nachdem ein Draht bereits auf dem Spulenträger 20 befindlich ist. Wie ebenfalls der Fig. 5 entnommen werden kann, wird dabei ein als Spule auf dem Spulenträger 20 befindlicher Draht 1 mit dem aufgesprühten wärmeleitfähigen Mate-

rial 3 abgedeckt, sodass ein in einer höheren Lage auf den Spulenträger 20 abzuwickelnder Abschnitt des Drahts 1 in das wärmeleitfähige Material 3, das auf der jeweils darunter liegenden Lage des Drahts 1 befindlich ist, eingebettet wird.

[0037] Wie Fig. 5 zeigt, ist die Materialauftragseinheit 30 in einer Querrichtung 32 quer (was senkrecht einschließt) zur Spulenlängsachse 21 beweglich angeordnet und wird bevorzugt quer mitgeführt. Dadurch kann vorteilhafterweise die Materialauftragseinheit 30 bei steigender Lagenanzahl des Drahts 1 im Zuge des fortschreitenden Aufwickelvorgangs jeweils derart bewegt werden, dass ein konstanter Abstand zwischen Materialauftragseinheit 30 zur jeweils aktuellen Lage des Drahts eingehalten wird. Diese beispielhaft mit Bezug auf Fig. 5 beschriebene Bewegung der Materialauftragseinheit 30 in der Querrichtung 32 kann auch kann auch bei anderen Ausführungsbeispielen realisiert sein.

[0038] Mit Bezug auf die Fig. 6 bis 9 werden nunmehr Ausführungsbeispiele beschrieben, bei denen die Materialauftragseinheit 30 derart angeordnet und eingerichtet ist, dass das wärmeleitfähige Material 3 auf den noch zu wickelnden Draht 1 aufgebracht wird, das heißt insbesondere bevor der Draht 1 mit dem Spulenträger 20 in Kontakt kommt.

[0039] Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel der Spulenwickelvorrichtung 100 ist das Wickelwerkzeug 10 unmittelbar angrenzend zu der Materialauftragseinheit 30 angeordnet. Dabei wird das wärmeleitfähige Material 30 erst auf den Draht 1 aufgebracht, nachdem der Draht 1 das Wickelwerkzeug 10, das vorliegend den Draht 1 auch plastisch verformt, passiert hat. Bei dem in Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel ergibt sich der Vorteil, dass die Materialauftragseinheit 30 und das Wickelwerkzeug 10 durch ein und dieselbe Antriebseinheit (nicht gezeigt) bewegt werden können. Das wärmeleitfähige Material 3 kann beispielsweise niederviskos bis fest sein.

[0040] In dem in Fig. 7 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Materialauftragseinheit 30 der Spulenwickelvorrichtung 100 derart angeordnet und eingerichtet, dass das wärmeleitfähige Material 3 auf den Draht 1 aufgebracht wird, während der Draht 1 das Wickelwerkzeug 10 der Spulenwickelvorrichtung 100, das den Draht 1 plastisch verformt, passiert. Dadurch ergibt sich ein besonders kompakter Aufbau. Im Wickelwerkzeug 10 kann ein Reservoir 35 zur Bevorratung des wärmeleitfähigen Materials 3 vorgesehen sein. Bei der in Fig. 7 gezeigten Wickelvorrichtung 100 ist die Materialauftragseinheit 30 derart angeordnet und eingerichtet, dass das wärmeleitfähige Material 3 streifenförmig entlang einer Längsachse L des Drahts 1 aufgebracht wird. Dabei erfolgt ein Auftrag auf den Draht 1 derart, dass ein jeweiliger Querschnitt des Drahts 1 in Umfangsrichtung U nur teilweise von wärmeleitfähigem Material 3 bedeckt ist. Dies ist auf der rechten Seite der Fig. 7 gezeigt, wobei das wärmeleitfähige Material 3 in Form von vier Streifen verläuft, die gleichmäßig entlang des Umfangs U des Drahts 1

voneinander beabstandet sind.

[0041] Wie dem Schnittbild auf der rechten Seite der Fig. 7 entnommen werden kann, wird das wärmeleitfähige Material 3, das in vier Streifen verläuft, als niederviskoses bis hochviskoses Material bereitgestellt, so dass sich im Schnittbild eine annähernd kreisförmige Anlagerung des wärmeleitfähigen Materials 3 auf dem Spulenkörper 20 ergibt. Wie ebenfalls der Fig. 7 entnommen werden kann, erfolgt ein Auftrag des wärmeleitfähigen Materials 3 auf den Spulenträger 20 an einer Austrittsöffnung 13 des Wickelwerkzeugs 10.

[0042] In dem in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel ist ebenfalls eine Spulenwickelvorrichtung 100 dargestellt, bei der das wärmeleitfähige Material auf den Draht 1 aufgebracht wird, während der Draht 1 das Wickelwerkzeug 10 passiert. Dabei erfolgt nicht wie bei Fig. 7 an einer Austrittsöffnung 13 des Wickelwerkzeugs 10, sondern innerhalb des Wickelwerkzeugs 10 selbst. Dadurch ergibt sich, wie der Fig. 8 auf der rechten Seite entnehmbar ist, ein Verlauf des wärmeleitfähigen Materials 3, bei dem sich das wärmeleitfähige Material 3 besser an den Draht 1 anschmiegt.

[0043] In dem in Fig. 9 gezeigten Ausführungsbeispiel erfolgt im Gegensatz zu den mit Bezug auf Fig. 7 und 8 beschriebenen Ausführungsbeispielen ein Auftrag des wärmeleitfähigen Materials 3 auf den Draht 1, bevor dieser ein Wickelwerkzeug 10 der Spulenwickelvorrichtung 100, das den Draht 1 plastisch verformt, passiert. Wie der Fig. 9 entnommen werden kann, ist die Materialauftragseinheit 30 bezogen auf die Längsachse L (in Pfeilrichtung) des Drahts 1 vor einer Eintrittsöffnung 15 des Wickelwerkzeugs 10 angeordnet. Das Wickelwerkzeug 10 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel einen inneren Kamm 17 auf, über den das wärmeleitfähige Material 4, das bereits bei Eintritt des Drahts 1 in das Wickelwerkzeug 10 auf dem Draht 1 befindlich ist, gleichmäßig auf dem Draht 1 verteilt wird, was in Fig. 9 durch die Schraffur des Drahts 1 nach dessen Durchgang durch das Wickelwerkzeug 10 angedeutet ist.

Bezugszeichenliste

[0044]

1	Draht
1'	Luftspalt
3	wärmeleitfähiges Material
10	Wickelwerkzeug
13	Austrittsöffnung des Wickelwerkzeugs
15	Eintrittsöffnung des Wickelwerkzeugs
17	innerer Kamm
20	Spulenträger
21	Spulenträgerlängsachse
30	Materialauftragseinheit
31	Bewegungsachse der Materialauftragseinheit
35	Reservoir
100	Spulenwickelvorrichtung

L	Längsachse des Drahts
Q	Querrichtung
R	Rotationsrichtung
U	Umfangsrichtung des Drahts

Patentansprüche

1. Spulenwickelverfahren bei dem in einem Wickelvorgang ein elektrisch leitfähiger und bereits elektrisch isolierter Draht (1) mittels einer Spulenwickelvorrichtung (100) einem Spulenträger (20) zugeführt und auf diesen aufgewickelt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass während des Wickelvorgangs ein wärmeleitfähiges Material (3) direkt auf den Draht (1) und/oder den Spulenträger (20) aufgebracht wird.
2. Spulenwickelverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitfähige Material auf den Draht (1) aufgebracht wird wenn dieser als zumindest teilweise Spule bereits auf dem Spulenträger (20) befindlich ist.
3. Spulenwickelverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitfähige Material (3) auf den noch zu aufzuwickelnden Draht (1) aufgebracht wird.
4. Spulenwickelverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitfähige Material (3) durch eine Materialauftragseinheit (30), bezogen auf eine Rotationsrichtung des Spulenträgers (20), vorlaufend und/oder nachlaufend auf den Draht (1) und/oder den Spulenträger (20) aufgebracht wird.
5. Spulenwickelverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitfähige Material (3) erst auf den Draht (1) aufgebracht wird nachdem der Draht (1) ein Wickelwerkzeug (10) der Spulenwickelvorrichtung (100), das den Draht (1) plastisch verformt, passiert hat.
6. Spulenwickelverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitfähige Material (3) bereits auf den Draht (1) aufgebracht wird bevor der Draht (1) ein Wickelwerkzeug (10) der Spulenwickelvorrichtung (100), das den Draht (1) plastisch verformt, passiert.
7. Spulenwickelverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitfähige Material (3) auf den Draht (1) aufgebracht wird

während der Draht (1) ein Wickelwerkzeug (10) der Spulenwickelvorrichtung (100), das den Draht (1) plastisch verformt, passiert.

8. Spulenwickelverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitfähige Material (3) streifenförmig entlang einer Längsachse (L) des Drahts (3) aufgebracht wird und derart auf den Draht (1) aufgebracht wird, dass ein jeweiliger Querschnitt des Drahtes (1) in Umfangrichtung (U) nur teilweise von wärmeleitfähigem Material (3) bedeckt ist. 10
9. Spulenwickelverfahren nach Anspruch 8, 15
dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitfähige Material (3) in Form von vier Streifen verläuft, die gleichmäßig entlang des Umfangs (U) des Drahtes (1) voneinander beabstandet sind. 20
10. Spulenwickelverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, 25
dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitfähige Material (3) eine Paste, ein Klebstoff, oder ein Wachs ist und/oder als bevorzugt sprühbares Fluid, als Pad oder als fadenförmiges/abrollfähiges Material bereitgestellt ist.
11. Spulenwickelverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitfähige Material (3) auf den Draht (1) oder den Spulenträger (20) über eine Materialauftrageinheit (30) aufgetragen wird, wobei die Materialauftrageinheit (30) während des Wickelvorgangs relativ, bevorzugt parallel, zu einer Spulenträgerlängsachse (21) des Spulenträgers (20) bewegt wird. 35
12. Spulenwickelverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, 40
dadurch gekennzeichnet, dass die Materialauftrageinheit (30) während des Wickelvorgangs relativ zum Wickelwerkzeug (10), bevorzugt gleichsinnig zum Wickelwerkzeug (10) bewegt und/oder mitgeführt wird. 45
13. Spulenwickelvorrichtung (100) zum Zuführen eines elektrisch leitfähigen und bereits elektrisch isolierten Drahts (1) zu einem Spulenträger (20) und zum Aufwickeln des Drahts (1) auf den Spulenträger (20), 50
dadurch gekennzeichnet, dass die Spulenwickelvorrichtung (100) eine Materialauftrageinheit (30) aufweist mittels der während des Wickelvorgangs ein wärmeleitfähiges Material (3) direkt auf den Draht (1) und/oder Spulenträger (20) aufgebracht werden kann. 55
14. Spulenwickelvorrichtung (100) nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass die Materialauftrageinheit (30) derart angeordnet und eingerichtet ist, dass das wärmeleitfähige Material (3) auf den Draht (1) aufgebracht wird wenn dieser als zumindest teilweise Spule bereits auf dem Spulenträger (20) befindlich ist.

15. Spulenwickelvorrichtung (100) nach Anspruch 13, 10
dadurch gekennzeichnet, dass die Materialauftrageinheit (30) derart angeordnet und eingerichtet ist, dass das wärmeleitfähige Material (3) auf den noch zu wickelnden Draht (1) aufgebracht wird.
16. Spulenwickelvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 15, 15
dadurch gekennzeichnet, dass die Materialauftrageinheit (30) derart angeordnet und eingerichtet ist, dass das wärmeleitfähige Material (3) erst auf den Draht (1) aufgebracht wird nachdem der Draht (1) ein Wickelwerkzeug (10) der Spulenwickelvorrichtung (100), das den Draht (1) plastisch verformt, passiert hat. 20
17. Spulenwickelvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 16, 25
dadurch gekennzeichnet, dass die Materialauftrageinheit (30) derart angeordnet und eingerichtet ist, dass das wärmeleitfähige Material (3) streifenförmig entlang einer Längsachse (L) des Drahts (1) aufgebracht wird und derart auf den Draht (1) aufgebracht wird, dass ein jeweiliger Querschnitt des Drahtes (1) in Umfangrichtung (U) nur teilweise von wärmeleitfähigem Material (3) bedeckt ist. 30

Fig. 1

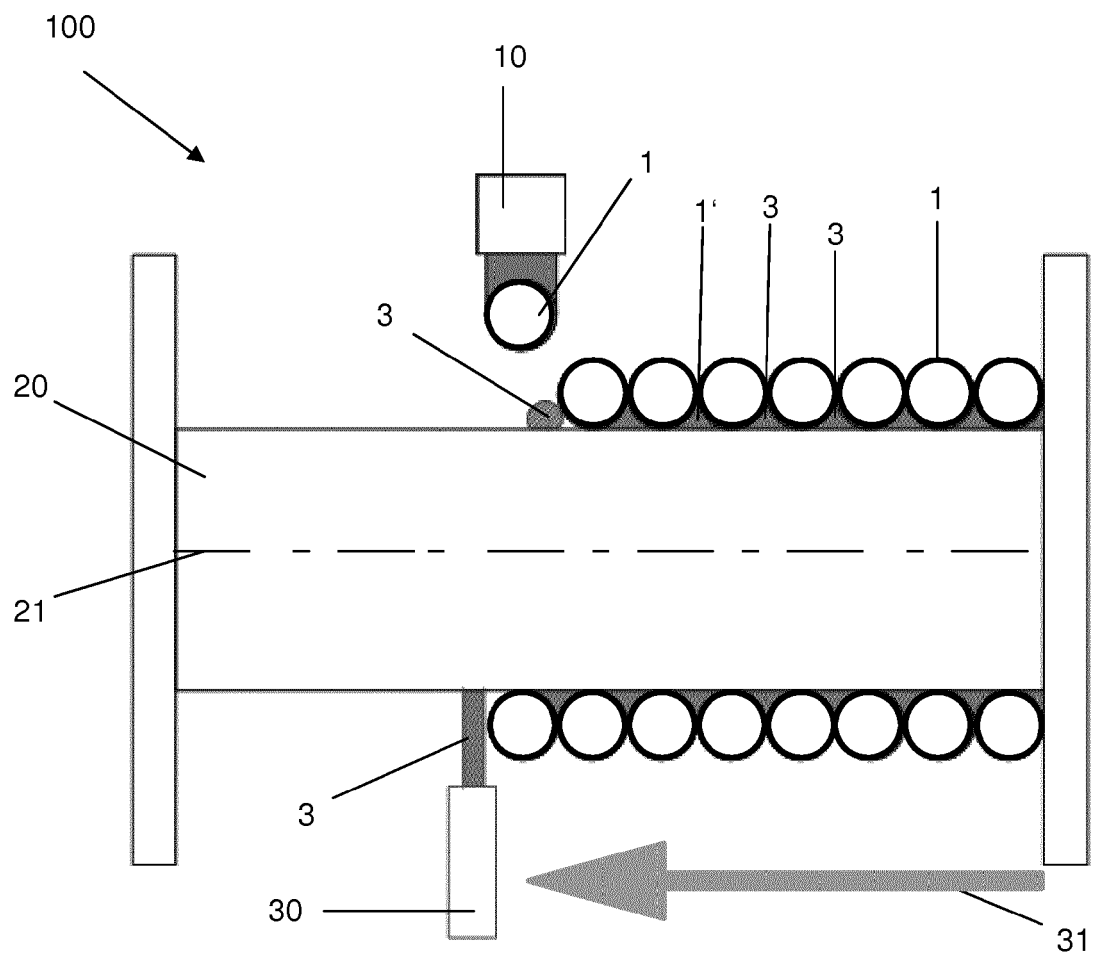
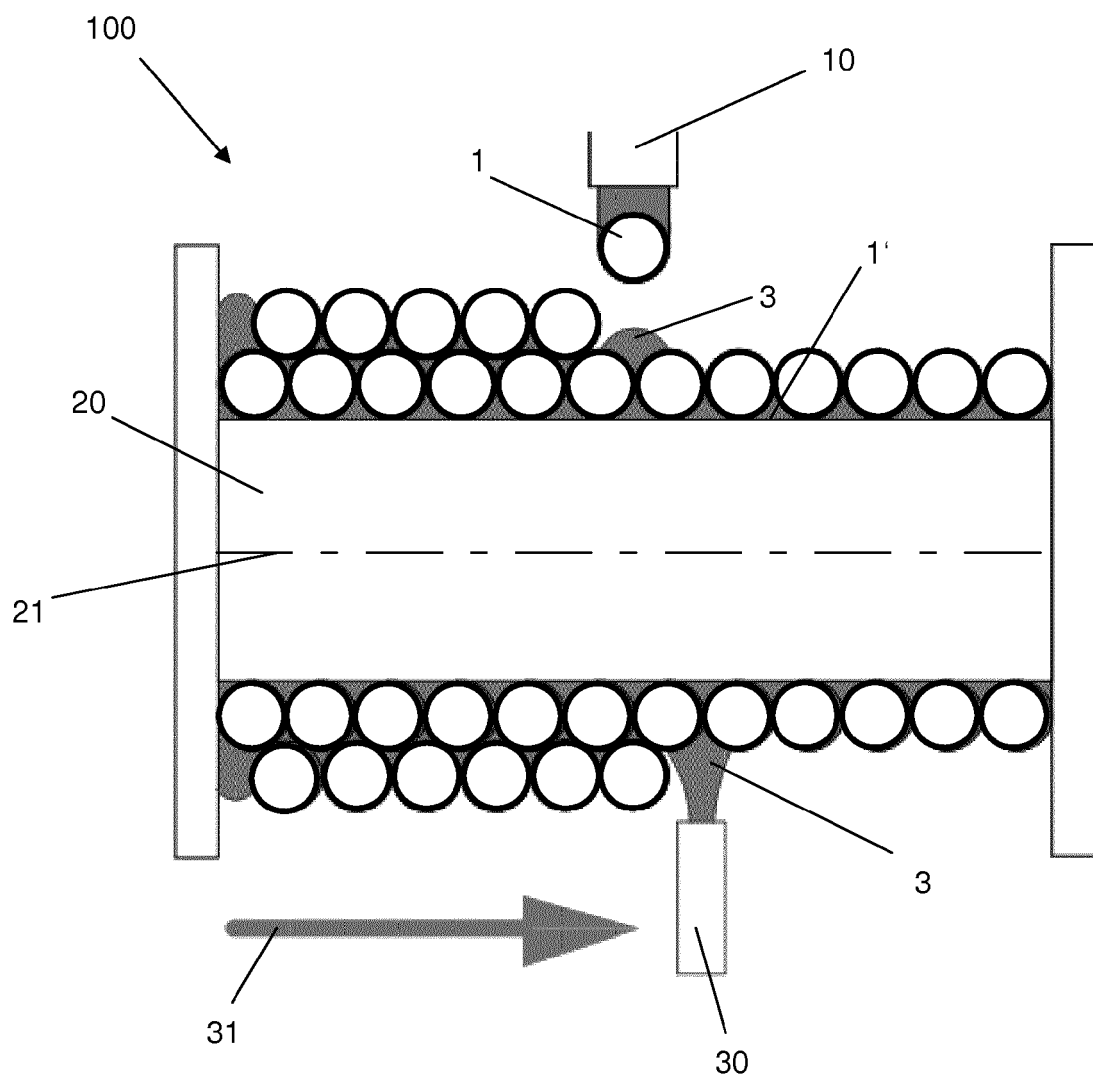


Fig. 2



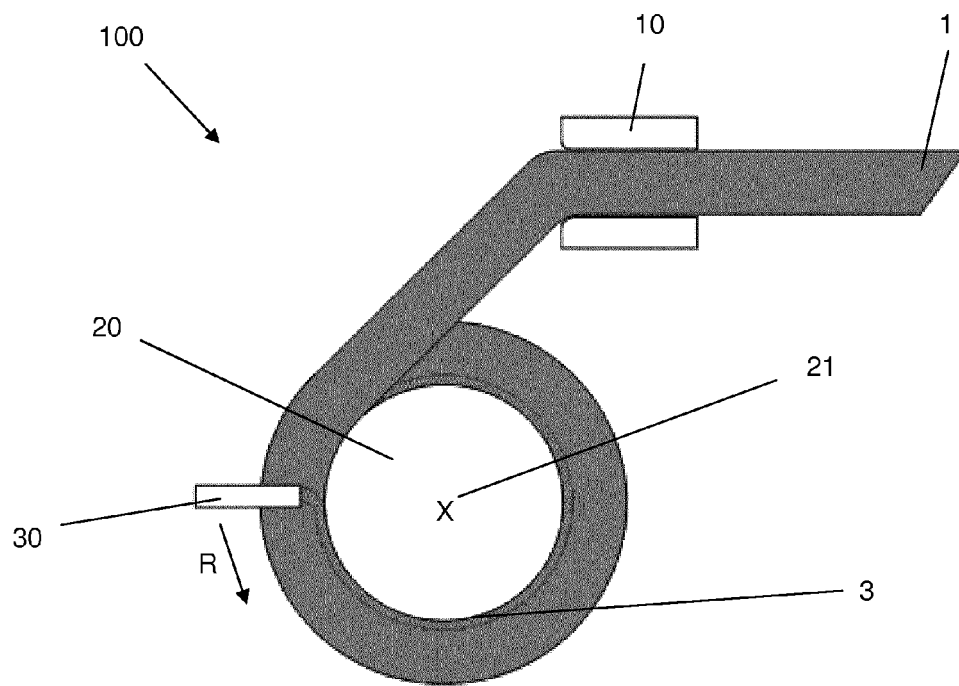


Fig. 3

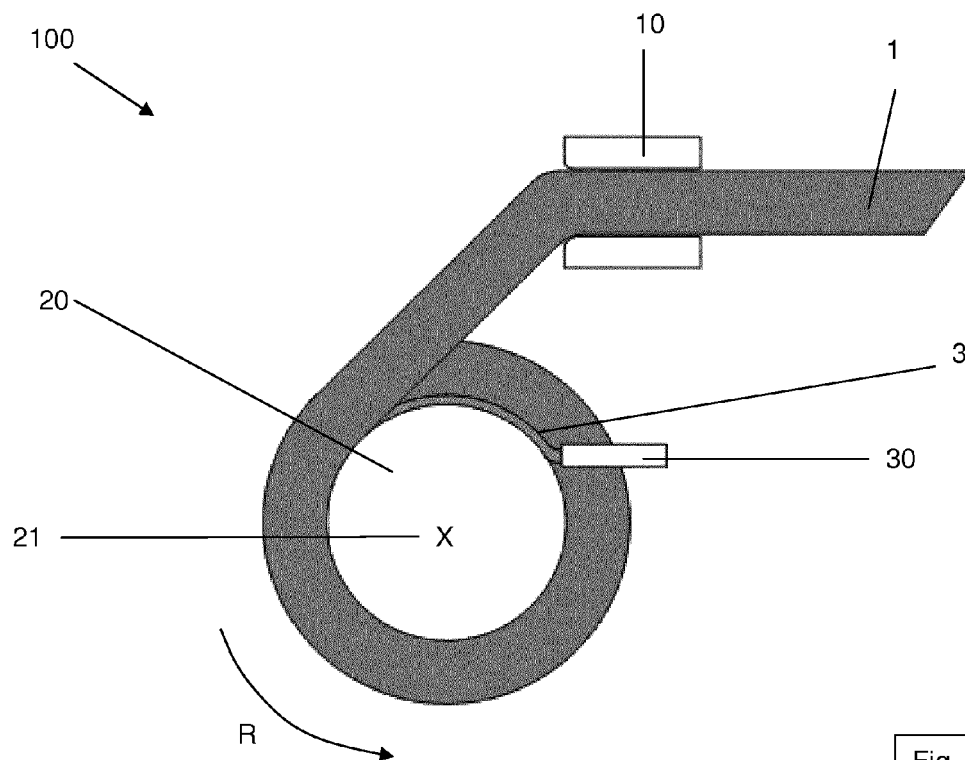


Fig. 4

Fig. 5

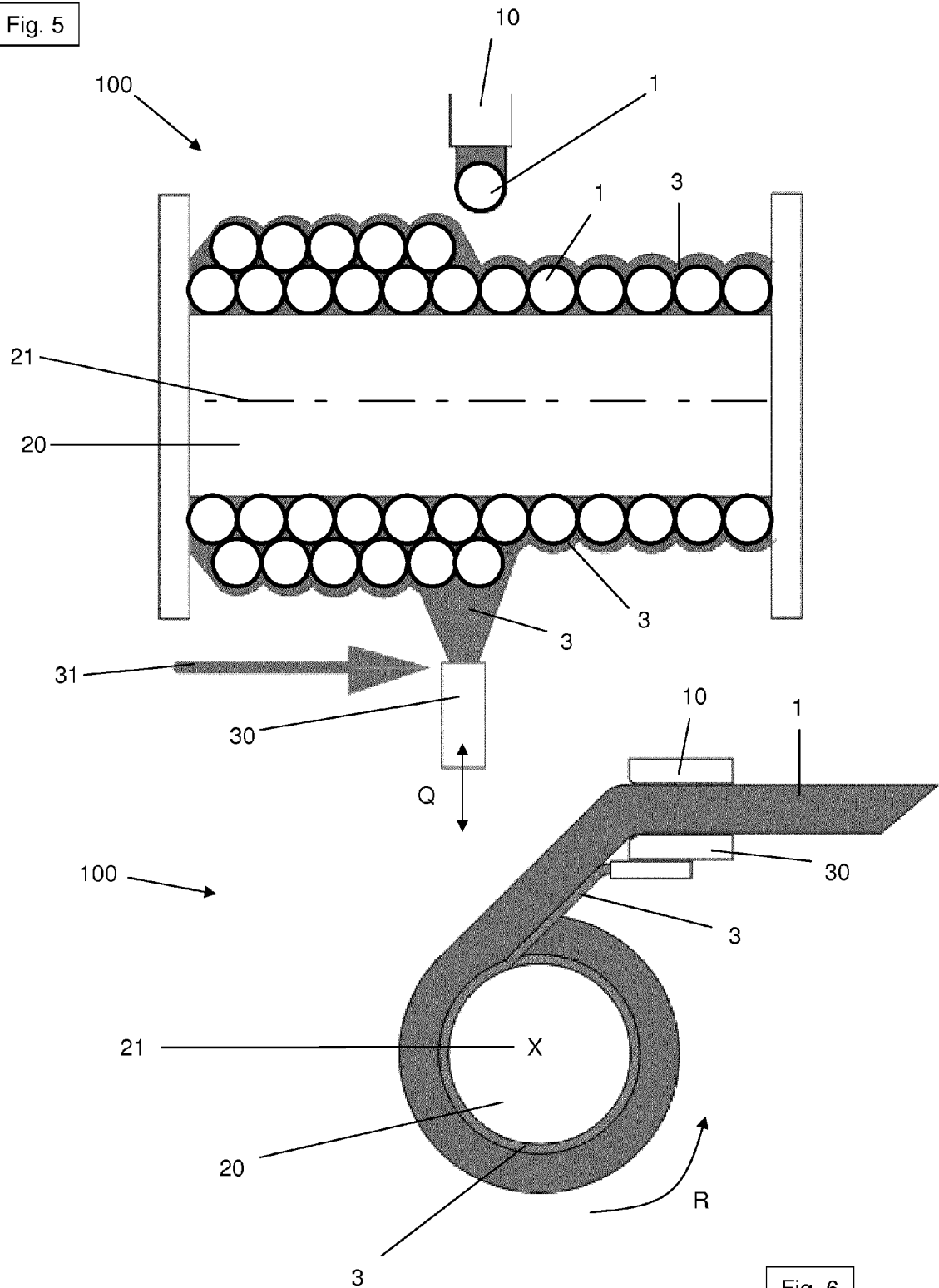


Fig. 6

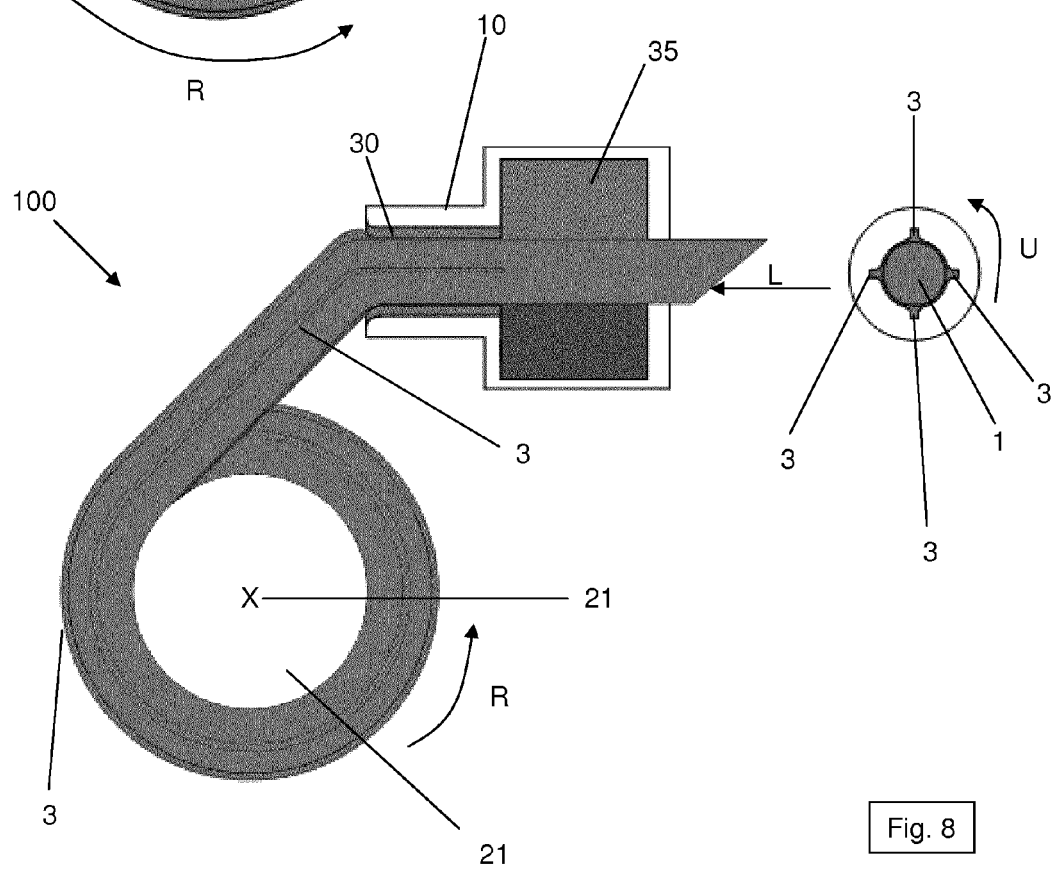
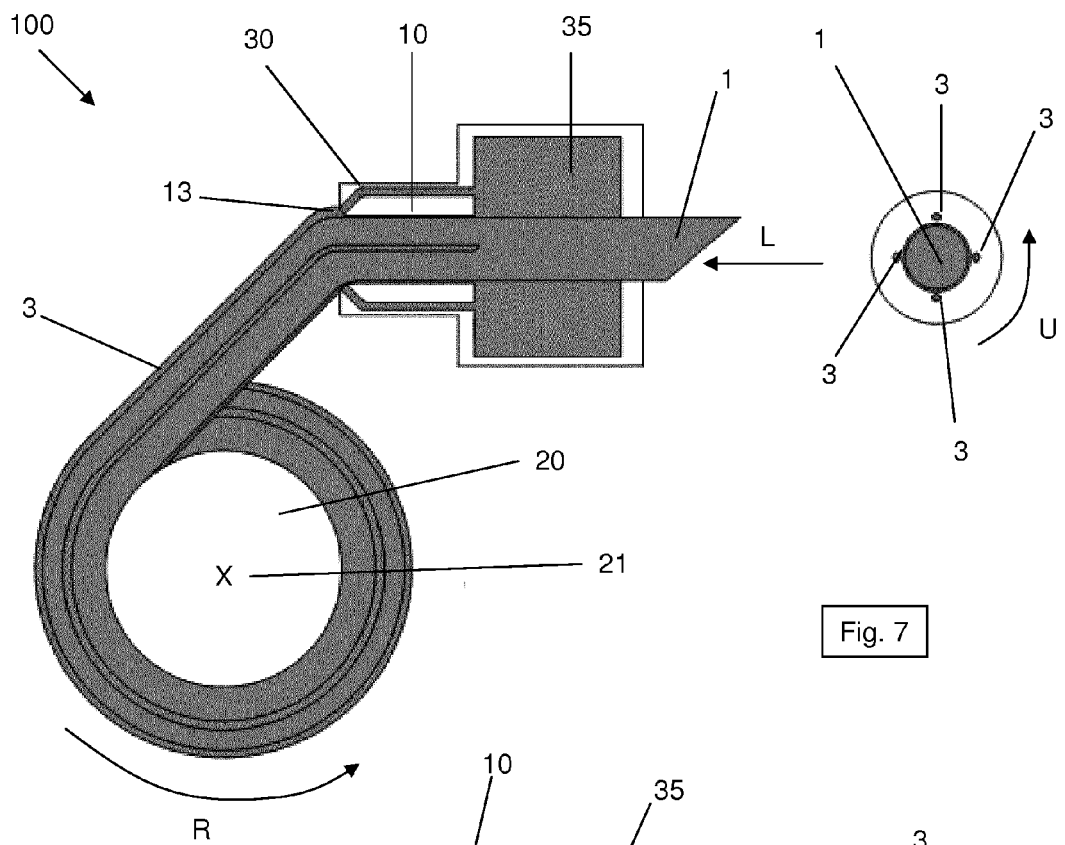
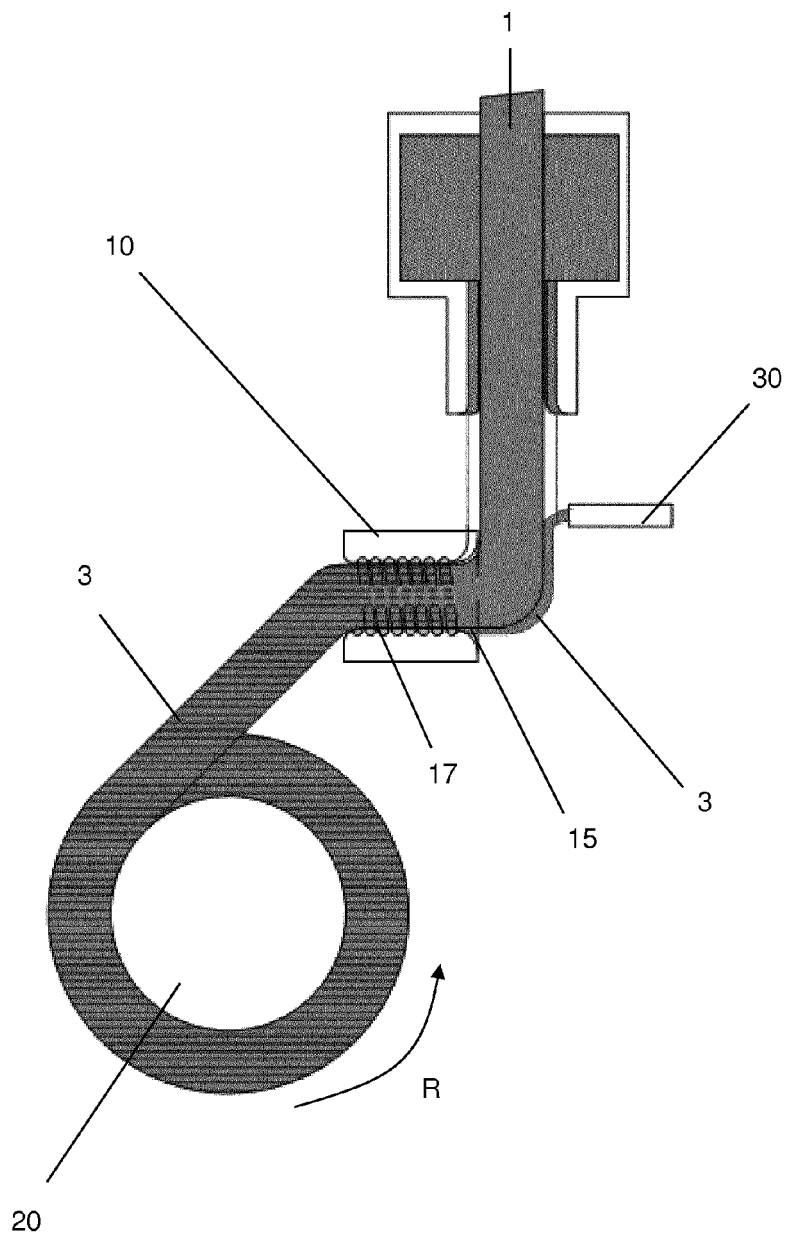


Fig. 9





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 16 8564

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	US 2008/040912 A1 (AESCHLIMANN MICHEL [FR]) 21. Februar 2008 (2008-02-21) * Zusammenfassung * * Seite 1, Absatz 9 - Seite 2, Absatz 32 * * Seite 2, Absatz 53 - Seite 4, Absatz 97 * * Ansprüche 1-7 * * Abbildungen 1-4 *	1-6, 10-16 8,9,17	INV. H01F27/28 H01F41/12 H01F41/06
X	US 4 554 730 A (WESTERVELT DEAN C [US] ET AL) 26. November 1985 (1985-11-26) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 49 - Spalte 3, Zeile 25 * * Spalte 6, Zeile 18 - Spalte 9, Zeile 66 * * Spalte 11, Zeile 53 - Spalte 14, Zeile 21 * * Abbildungen 2-6 *	1-6,10, 13-16	
X	DE 199 19 069 A1 (ABB T & D TECH LTD [CH]) 2. November 2000 (2000-11-02) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 63 - Spalte 2, Zeile 35 * * Abbildungen 1,2 *	1,2,4, 10,13,14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01F
X	US 1 840 139 A (TURNER HARRY W) 5. Januar 1932 (1932-01-05) * Seite 1, linke Spalte, Zeile 7 - Seite 1, rechte Spalte, Zeile 61 * * Seite 1, rechte Spalte, Zeile 93 - Seite 2, rechte Spalte, Zeile 87 * * Seite 3, linke Spalte, Zeilen 15-57 * * Abbildungen 1,2 *	1,2,4,5, 10,13, 14,16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. November 2015	Prüfer Kardinal, Ingrid
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 16 8564

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP S56 83246 A (HITACHI LTD) 7. Juli 1981 (1981-07-07) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 * -----	1,3,4,7, 10,11, 13,15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. November 2015	Prüfer Kardinal, Ingrid
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 16 8564

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-11-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008040912 A1	21-02-2008	FR 2882613 A1	01-09-2006
		JP 2008532465 A	14-08-2008
		US 2008040912 A1	21-02-2008
		WO 2006090058 A1	31-08-2006
US 4554730 A	26-11-1985	AU 572939 B2	19-05-1988
		AU 3728785 A	18-07-1985
		CA 1233968 A	15-03-1988
		DE 3567762 D1	23-02-1989
		EP 0150921 A1	07-08-1985
		IN 163732 B	05-11-1988
		JP S60161608 A	23-08-1985
		MX 156759 A	29-09-1988
		NZ 210602 A	29-11-1988
		US 4554730 A	26-11-1985
		ZA 8500064 A	28-08-1985
DE 19919069 A1	02-11-2000	KEINE	
US 1840139 A	05-01-1932	KEINE	
JP S5683246 A	07-07-1981	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82