

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
1. Mai 2014 (01.05.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/063986 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 15/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/071711

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Oktober 2013 (17.10.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 219 597.1
26. Oktober 2012 (26.10.2012) DE

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **LUTZ, Willi**; Seltingweg 8, 91639 Wolframs-
Eschenbach (DE).

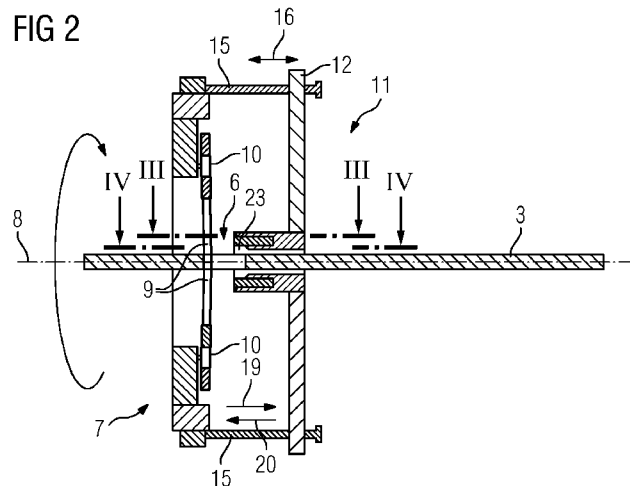
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WINDING MACHINE AND WINDING METHOD FOR PRODUCING A LOCALLY TAPED WINDING, AND ASSOCIATED ELECTRIC MACHINE

(54) Bezeichnung : WICKELMASCHINE UND WICKELVERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER LOKAL BANDAGIERTEN WICKLUNG UND ENTSPRECHENDE ELEKTRISCHE MASCHINE



(57) Abstract: A winding device (2) allows a conductor bundle (3) to be wound to form a number of groups of coils (4) which are interconnected by means of transition sections (6) of the conductor bundle (3). Beforehand, the conductor bundle (3) is guided through an insulation head (7). An insulation tape (9) on a supply roll (10) is wound onto the conductor bundle (3) by rotating the insulation head (7) about a longitudinal axis (8) of the conductor bundle (3). An additional device (11) can be displaced relative to the insulation head (7) in the direction of the longitudinal axis (8) of the conductor bundle (3) by having said additional device cooperate with a device guide (15). The additional device (11) comprises a holding device (13) for retaining the insulation tape (9) as well as a cutting device (14) for cutting the insulation tape (9). When viewed along the insulation tape (9), the holding device (13) is arranged between the supply roll (10) and the cutting device (14). A control device (17) controls the winding device (2), the insulation head (7) and the additional device (11) in such a way that the conductor bundle (3) is guided through the insulation head (7) and the additional device (11), and the insulation tape (9) is wound in a fully automatic manner onto the conductor bundle (3) in the respective transition section (6).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/063986 A2



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Mittels einer Wickelvorrichtung (2) wird ein Leiterbündel (3) zu einer Anzahl von Spulengruppen (4) gewickelt, die mittels Übergangsabschnitten (6) des Leiterbündels (3) miteinander verbunden sind. Zuvor wird das Leiterbündel (3) durch einen Isolierkopf (7) hindurch geführt. Durch Rotieren des Isolierkopfes (7) um eine Längsachse (8) des Leiterbündels (3) wird ein auf einer Vorratsrolle (10) befindliches Isolierband (9) auf das Leiterbündel (3) gewickelt. Eine Zusatzeinrichtung (11) ist durch Zusammenwirken mit einer Einrichtungsführung (15) relativ zum Isolierkopf (7) in Richtung der Längsachse (8) des Leiterbündels (3) verschiebbar. Die Zusatzeinrichtung (11) umfasst eine Halteeinrichtung (13) zum Halten des Isolierbandes (9) und eine Trenneinrichtung (14) zum Trennen des Isolierbandes (9). Die Halteeinrichtung (13) ist entlang des Isolierbandes (9) gesehen zwischen der Vorratsrolle (10) und der Trenneinrichtung (14) angeordnet. Eine Steuereinrichtung (17) steuert die Wickelvorrichtung (2), den Isolierkopf (7) und die Zusatzeinrichtung (11) derart, dass das Leiterbündel (3) durch den Isolierkopf (7) und die Zusatzeinrichtung (11) hindurch geführt wird und das Isolierband (9) vollautomatisch im jeweiligen Übergangsabschnitt (6) auf das Leiterbündel (3) gewickelt wird.

Beschreibung

Wickelmaschine und Wickelverfahren zum Herstellen einer lokal
bandagierten Wicklung und entsprechende elektrische Maschine

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wickelmaschine zum
Herstellen einer Wicklung einer elektrischen Maschine,

- wobei die Wickelmaschine eine Wickelvorrichtung aufweist,
mittels derer ein Leiterbündel zu einer Anzahl von Spulen-
gruppen wickelbar ist, die mittels eines jeweiligen Über-
gangsabschnitts des Leiterbündels miteinander verbunden
sind,
- wobei die Wickelmaschine mindestens einen Isolierkopf auf-
weist, durch den das Leiterbündel vor dem Zuführen zur Wi-
ckelvorrichtung hindurch geführt wird,
- wobei der mindestens eine Isolierkopf um eine Längsachse
des Leiterbündels rotierbar ist,
- wobei durch Rotieren des mindestens einen Isolierkopfes um
die Längsachse mindestens ein auf mindestens einer Vorrats-
rolle befindliches Isolierband auf das Leiterbündel wickel-
bar ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Wickelver-
fahren zum Herstellen einer Wicklung einer elektrischen Ma-
schine, das mit einer derartigen Wickelmaschine ausgeführt
wird.

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine elektrische
Maschine,

- wobei die elektrische Maschine ein Aktivteil aufweist, in
das ein Wicklungssystem eingebracht ist,
- wobei das Wicklungssystem mehrere Teilwicklungssysteme auf-
weist,
- wobei die Teilwicklungssysteme jeweils mehrere Spulengrup-
pen aufweisen, die aus einem jeweiligen Leiterbündel gewi-
ckelte Spulen aufweisen,

35

- wobei die Spulengruppen mittels eines jeweiligen Übergangsabschnitts des jeweiligen Leiterbündels miteinander verbunden sind.

- 5 Bei elektrischen Maschinen weisen der Stator und in manchen Fällen auch der Rotor (Aktivteile) Wicklungssysteme auf. Das jeweilige Wicklungssystem weist mehrere Teilwicklungssysteme auf, die ihrerseits jeweils mehrere Spulengruppen aufweisen. Eine Spulengruppe besteht aus einer oder mehreren elektri-
- 10 schen Spulen, die in benachbarten Nuten des jeweiligen Aktivteils angeordnet sind. Die Teilwicklungssysteme sind in der Regel mit je einer von mehreren Phasen eines Drehstromsystems verbunden. Sie bilden in der Regel eine zyklische Abfolge.
- 15 Üblicherweise wird mittels eines in sich zusammenhängenden Leiterbündels (das im Regelfall aus mehreren Leiterdrähten besteht, im Einzelfall aber auch aus einem einzelnen Leiterdraht bestehen kann) nicht nur eine einzelne Spulengruppe gewickelt, sondern mehrere Spulengruppen. Zwischen diesen Spu-
- 20 lengruppen befinden sich jedoch die Spulengruppen der anderen Phasen. Zur Gewährleistung der Spannungsfestigkeit und der Betriebssicherheit müssen daher Übergangsabschnitte der Leiterbündel, in denen die jeweiligen Leiterbündel im Bereich der Spulengruppen der anderen Phasen verlaufen, elektrisch
- 25 isoliert sein. Zu diesem Zweck wird auf das jeweilige Leiterbündel im Bereich des jeweiligen Übergangsabschnitts eine Isolierung aufgebracht. Die Isolierung kann alternativ klebend oder lose auf das Leiterbündel aufgebracht sein.
- 30 Im Stand der Technik sind Wicklungssysteme bekannt, bei denen zum Wickeln jeder Spulengruppe jeweils ein eigenes Leiterbündel verwendet wird. Das Leiterbündel wird also nach dem Wickeln der jeweiligen Spulengruppe abgetrennt. Diese Vorgehensweise vermeidet zwar die Problematik, auf die Übergangs-
- 35 abschnitte eine Isolierung aufbringen zu müssen. Sie ist jedoch mit zusätzlichen Kontaktstellen und zusätzlichem Isolationsaufwand nach dem Einbringen der Spulengruppen in das Aktivteil verbunden.

Im Stand der Technik ist weiterhin bekannt, die Übergangsabschnitte vor oder nach dem Einbau der Spulengruppen in das Aktivteil nachträglich (d.h. nach dem Wickeln) mit Bändern oder Flächenmaterialien zu isolieren. Diese Isolation kann
5 nur manuell durchgeführt werden und ist daher aufwändig und oftmals auch fehlerträchtig.

Im Stand der Technik ist weiterhin bekannt, vor dem Wickelprozess auf das Leiterbündel Isolierschläuche aufzufädeln. In
10 diesem Fall ist es erforderlich, die Isolierschläuche manuell oder automatisch während des Wickelprozesses zu lösen und zu klemmen, so dass die Isolierschläuche korrekt an den Positionen der Übergangsabschnitte platziert werden. Einen besonderen Nachteil stellt hierbei dar, dass die Anzahl an Isolierschläuchen bzw. die zur Verfügung stehende Schlauchlänge be-
15 grenzt sind. Weiterhin müssen die Isolierschläuche manuell auf das Leiterbündel aufgefädelt werden.

In anderen Bereichen der Technik - beispielsweise bei der
20 Herstellung von Kabelbäumen in der Automobilindustrie oder bei Isoliermaschinen für Formspulen und Formstäbe - sind Isolier-
liervorrichtungen bekannt, die prinzipiell auch Leiterbündel isolieren können. Es ist jedoch bei diesen Maschinen entweder ein manuelles Anlegen der Bänder erforderlich, oder es ist
25 die Verwendung klebender Bänder erforderlich, welche auf dem Leiterbündel selbst kleben. Das manuelle Anlegen der Bänder stellt einen zusätzlichen Aufwand dar, der bei der automatisierten Herstellung der Spulengruppen nicht tolerierbar ist. Die Verwendung klebender Bänder ist ebenfalls nicht tolerierbar,
30 weil in diesem Fall eine Nachjustierung eines einmal auf das Leiterbündel aufgebrachten Bandes nicht mehr möglich ist.

Schließlich ist eine Vorrichtung zum vollautomatischen Isolieren einschließlich Anlegen und Abschneiden von Isolierbändern bekannt. Diese Vorrichtung wird von der Firma Micamation
35 unter der Bezeichnung MI-361 vertrieben. Diese Vorrichtung ist aufgrund ihrer Größe jedoch nicht in eine Wickelmaschine zum Herstellen einer Wicklung einer elektrischen Maschine in-

tegrierbar. Weiterhin erfordert diese Vorrichtung den Einsatz von (mindestens) zwei Handlingrobotern und ist damit sehr teuer.

5 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Möglichkeiten zu schaffen, mittels einer relativ einfach aufgebauten Wickelmaschine vollautomatisch ein Leiterbündel zu mehreren Spulengruppen zu wickeln, wobei ebenfalls vollautomatisch in Übergangsabschnitten des Leiterbündels auf das
10 Leiterbündel eine Isolierung aufgebracht werden kann. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine elektrische Maschine zu schaffen, bei der auf relativ einfache Weise eine Isolierung der Übergangsabschnitte der Leiterbündel realisiert ist.

15

Die erstgenannte Aufgabe wird durch eine Wickelmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Wickelmaschine sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 7.

20

Erfindungsgemäß wird eine Wickelmaschine der eingangs genannten Art derart ausgestaltet,

- dass die Wickelmaschine mindestens eine Zusatzeinrichtung aufweist,
- 25 - dass die mindestens eine Zusatzeinrichtung durch Zusammenwirken mit einer Einrichtungsführung relativ zum mindestens einen Isolierkopf in Richtung der Längsachse des Leiterbündels verschiebbar ist,
- dass die mindestens eine Zusatzeinrichtung eine Halteeinrichtung zum Halten des mindestens einen Isolierbandes und
30 eine Trenneinrichtung zum Trennen des mindestens einen Isolierbandes umfasst,
- dass entlang des mindestens einen Isolierbandes gesehen die Halteeinrichtung zwischen der Vorratsrolle und der Trenneinrichtung angeordnet ist und
35 - dass die Wickelmaschine eine Steuereinrichtung aufweist, mittels derer die Wickelvorrichtung, der mindestens eine Isolierkopf und die mindestens eine Zusatzeinrichtung der-

art angesteuert werden, dass das Leiterbündel durch den mindestens einen Isolierkopf und die mindestens eine Zusatzeinrichtung hindurch geführt wird und dass das mindestens eine Isolierband vollautomatisch im jeweiligen Übergangsabschnitt und nur dort auf das Leiterbündel gewickelt wird.

Durch diese Wickelmaschine kann das Isolierband vollautomatisch im jeweiligen Übergangsabschnitt (und nur dort) auf das Leiterbündel gewickelt werden, wobei zur Implementierung dieses Vorgangs als zusätzliche Maßnahmen lediglich eine axiale Verfahrbarkeit der Zusatzeinrichtung relativ zum Isolierkopf sowie eine Betätigung der Halteeinrichtung und der Trenneinrichtung realisiert werden müssen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Wickelmaschine ist vorgesehen, dass die mindestens eine Zusatzeinrichtung eine Bündelführung aufweist, mittels derer das Leiterbündel quer zur Längsachse des Leiterbündels gesehen geführt wird. Durch diese Ausgestaltung kann das Leiterbündel quer zur Richtung der Längsachse gesehen (also radial zur Längsachse gesehen) auch dann stabil gehalten werden, wenn auf das Leiterbündel eine Radialkraft wirkt, beispielsweise weil nur ein einziges Isolierband unter Zug auf den jeweiligen Übergangsabschnitt gewickelt wird.

Es ist möglich, die Halteeinrichtung und die Trenneinrichtung geregelt zu verfahren. Es ist jedoch in aller Regel völlig ausreichend, wenn die Halteeinrichtung und die Trenneinrichtung binär geschaltet werden. Unter Umständen kann es sogar ausreichen, die Halteeinrichtung und die Trenneinrichtung derart miteinander zu koppeln, dass sie mittels ein und desselben Aktors betätigt werden. In diesem Fall reicht ein einzelnes Binärsignal aus, um sowohl die Halteeinrichtung als auch die Trenneinrichtung zu betätigen.

Die Zusatzeinrichtung als solche muss, wie bereits erwähnt, relativ zum mindestens einen Isolierkopf in Richtung der

Längsachse verfahrbar sein. In einfach gelagerten Fällen kann es ausreichen, wenn die mindestens eine Zusatzeinrichtung relativ zum mindestens einen Isolierkopf in Richtung der Längsachse des Leiterbündels binär geschaltet wird. In anderen
5 Fällen kann es erforderlich sein, die Zusatzeinrichtung relativ zum mindestens einen Isolierkopf in Richtung der Längsachse des Leiterbündels lagegeregelt zu verfahren. Falls ein binäres Schalten ausreicht, kann es in Einzelfällen sogar möglich sein, das Verfahren der Zusatzeinrichtung und das Be-
10 tätigen der Halteeinrichtung und der Trenneinrichtung (beispielsweise mittels einer geeigneten Kulissenführung) derart miteinander zu koppeln, dass nur ein einziges Binärsignal zum Durchführen der erforderlichen Schritte erforderlich ist.

15 Die Halteeinrichtung sollte quer zur Längsachse des Leiterbündels gesehen einen möglichst geringen Abstand von der Längsachse des Leiterbündels aufweisen. Insbesondere sollte die Halteeinrichtung von der Längsachse des Leiterbündels maximal 10 cm, vorzugsweise maximal 3 cm, entfernt angeordnet
20 sein.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Wickelmaschine sind die Halteeinrichtung und die Trenneinrichtung mechanisch-konstruktiv derart miteinander gekoppelt, dass das mindestens
25 eine Isolierband zuerst mittels der Halteeinrichtung gehalten und erst danach mittels der Trenneinrichtung getrennt wird. Dies vereinfacht insbesondere die Ansteuerung der Halteeinrichtung und der Trenneinrichtung und führt darüber hinaus zu einem zuverlässigeren Betrieb.

30 Vorzugsweise weist die mindestens eine Zusatzeinrichtung eine der Trenneinrichtung nachgeordnete Anlegeeinrichtung auf, mittels derer zumindest ein zwischen der Trenneinrichtung und dem Leiterbündel befindlicher Restabschnitt des mindestens
35 einen Isolierbandes an den Übergangsabschnitt anlegbar ist. Dadurch können lose Endbereiche der Isolierbänder vermieden werden.

Die erstgenannte Aufgabe wird weiterhin durch ein Wickelverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Wickelverfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 9 bis 13.

5

Erfindungsgemäß ist das Wickelverfahren zum Herstellen einer Wicklung einer elektrischen Maschine derart ausgestaltet,

- dass ein eine Längsachse aufweisendes Leiterbündel durch
10 mindestens einen Isolierkopf einer Wickelmaschine hindurch
geführt wird,
- dass das Leiterbündel sodann durch mindestens eine Zusatz-
einrichtung der Wickelmaschine hindurch geführt wird,
- wobei das Leiterbündel sodann einer Wickelvorrichtung zuge-
führt wird,
- 15 - dass das Leiterbündel mittels der Wickelvorrichtung zu ei-
ner Anzahl von Spulengruppen gewickelt wird, so dass die
Spulengruppen mittels eines jeweiligen Übergangsabschnitts
des Leiterbündels miteinander verbunden sind,
- dass der mindestens einen Isolierkopf temporär um die Längs-
20 achse des Leiterbündels rotiert wird und während des Rotie-
rens des mindestens einen Isolierkopfes mindestens ein auf
mindestens einer Vorratsrolle befindliches Isolierband im
jeweiligen Übergangsabschnitt auf das Leiterbündel gewi-
ckelt wird,
- 25 - dass nach Beginn des Wickelns des mindestens einen Isolier-
bandes eine Halteeinrichtung der mindestens einen Zusatz-
einrichtung geöffnet wird, so dass sie das mindestens einen
Isolierband freigibt, und die mindestens eine Zusatzein-
richtung entlang einer Einrichtungsführung relativ zum min-
30 destens einen Isolierkopf gesehen in Richtung der Längsach-
se des Leiterbündels von dem mindestens einen Isolierkopf
weggefahren wird,
- dass das Wickeln des mindestens einen Isolierbandes fortge-
setzt wird,
- 35 - dass nach dem Beenden des Wickelns des mindestens einen
Isolierbandes die Zusatzeinrichtung entlang der Einrich-
tungsführung relativ zum mindestens einen Isolierkopf gese-
hen in Richtung der Längsachse des Leiterbündels zu dem

mindestens einen Isolierkopf hin gefahren wird und sodann die Halteeinrichtung geschlossen wird, so dass sie das mindestens eine Isolierband fasst, und

- dass nach dem Fassen des mindestens einen Isolierbandes eine Trennvorrichtung der mindestens einen Zusatzeinrichtung betätigt wird, so dass das mindestens eine Isolierband zwischen der Halteeinrichtung und dem Leiterbündel durchgetrennt wird.

- 10 Die vorteilhaften Ausgestaltungen des Wickelverfahrens sind teilweise bereits obenstehend in Verbindung mit den vorteilhaften Ausgestaltungen der Wickelmaschine erläutert worden. Diesbezüglich wird daher auf die obigen Ausführungen verwiesen. Eine zusätzliche vorteilhafte Ausgestaltung besteht da-
15 rin, dass das mindestens eine Isolierband auf seiner Außenseite eine Klebeschicht aufweist.

- Die zweitgenannte Aufgabe wird durch eine elektrische Maschine mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst. Vorteilhafte
20 Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 15 bis 22.

- Erfindungsgemäß wird eine elektrische Maschine der eingangs genannten Art dadurch ausgestaltet, dass in den Übergangsabschnitten gewickelte Bandagen angeordnet sind. Vorzugsweise
25 sind die Enden der Bandagen nicht gewickelt.

- Es ist möglich, dass die Bandagen einschichtig aus mindestens einem Isolierband gewickelt sind. In diesem Fall kann das
30 mindestens eine Isolierband alternativ als nicht klebendes oder als klebendes Isolierband ausgebildet sein. Falls das mindestens eine Isolierband als klebendes Isolierband ausgebildet ist, weist es eine Klebeschicht auf. Es kann möglich sein, dass die Klebeschicht - so wie im Stand der Technik
35 auch - auf der Innenseite (also der dem Leiterbündel zugewandten Seite) des mindestens einen Isolierbandes angeordnet ist. In diesem Fall klebt das mindestens eine Isolierband direkt auf dem Leiterbündel. Im Gegensatz zum Stand der Technik

ist es bei der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine jedoch ebenso möglich, dass das mindestens eine Isolierband auf seiner Außenseite (also der von dem Leiterbündel abgewandten Seite) eine Klebeschicht aufweist.

5

Alternativ zu einer einschichtigen Bandage ist es möglich, dass die Bandagen mehrschichtig aus jeweils mindestens einem Isolierband gewickelt sind. In diesem Fall können Klebeschichten vorhanden sein oder nicht vorhanden sein. Falls
10 mindestens eine Klebeschicht vorhanden ist, kann diese Klebeschicht – je nach Bedarf – auf der Innenseite oder auf der Außenseite des jeweiligen Isolierbandes angeordnet sein. Insbesondere ist es möglich, dass das mindestens eine Isolierband mindestens einer der Schichten auf seiner dem mindestens
15 einem Isolierband einer anderen Schicht zugewandten Seite eine Klebeschicht aufweist. Beispielsweise kann die Bandage zweischichtig sein. Insbesondere in diesem Fall kann das mindestens eine innere Isolierband auf seiner Außenseite eine Klebeschicht aufweisen.

20

Wie bereits erwähnt, kann das Leiterbündel im Einzelfall aus einem einzelnen Leiterdraht bestehen. In der Regel besteht es jedoch aus mehreren Leiterdrähten. Die Leiterdrähte sind oftmals als Runddrähte ausgebildet. Weiterhin sind die Leiterdrähte in der Regel mit einem Isolierlack überzogen.
25

Ein weiteres Merkmal der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine besteht darin, dass die Leiterbündel in den Übergangsabschnitten ausschließlich von den Bandagen, nicht aber von
30 anderen Isolierhüllen umgeben sind.

Im Übrigen kann die elektrische Maschine nach Bedarf ausgebildet sein. Insbesondere kann sie eine Nennleistung aufweisen, die zwischen 50 kW und 2 MW liegt. Weiterhin kann sie
35 eine Nennspannung aufweisen, die zwischen 220 V und 1 kV liegt.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen in schematischer Darstellung:

- FIG 1 eine Wickelmaschine,
- FIG 2 einen Isolierkopf und eine Zusatzeinrichtung,
- 10 FIG 3 eine Halteeinrichtung,
- FIG 4 eine Trenneinrichtung,
- FIG 5 und 6 je einen Übergangsabschnitt mit einer Bandage,
- FIG 7 ein Leiterbündel,
- FIG 8 eine elektrische Maschine im Querschnitt und
- 15 FIG 9 ein Aktivteil einer elektrischen Maschine in abgerollter Darstellung.

Gemäß FIG 1 weist eine Wickelmaschine zum Herstellen einer Wicklung 1 eine Wickelvorrichtung 2 auf. Mittels der Wickelvorrichtung 2 wird ein Leiterbündel 3 zu einer Anzahl von Spulengruppen 4 gewickelt. Die Spulengruppen 4 umfassen jeweils mindestens eine Spule 5. Die Spulengruppen 4 sind durch einen jeweiligen Übergangsabschnitt 6 des Leiterbündels 3 miteinander verbunden. Die Wickelvorrichtung 2 ist konventionell aufgebaut. Nähere Ausführungen zur Ausgestaltung und zur Betriebsweise der Wickelvorrichtung 2 sind daher nicht erforderlich.

Die Wickelmaschine weist gemäß den FIG 1 und 2 weiterhin einen Isolierkopf 7 auf. Der Isolierkopf 7 ist in Bezug auf das Leiterbündel 3 gesehen der Wickelvorrichtung 2 vorgeordnet. Das Leiterbündel 3 wird daher im laufenden Betrieb der Wickelmaschine erst durch den Isolierkopf 7 hindurch geführt und erst dann der Wickelvorrichtung 2 zugeführt. Der Isolierkopf 7 ist um eine Rotationsachse 8 rotierbar. Die Rotationsachse 8 fällt mit einer Längsachse des Leiterbündels 3 zusammen (soweit es den im Bereich des Isolierkopfes 7 befindlichen Teil des Leiterbündels 3 betrifft). Durch Rotieren des

Isolierkopfes 7 um die Rotationsachse 8 wird mindestens ein Isolierband 9 auf das Leiterbündel 3 gewickelt. Das Isolierband 9 wird hierbei von einer Vorratsrolle 10 gezogen. Der Isolierkopf 7 kann als geschlossener Isolierkopf 7 ausgebildet sein, d.h. dass der Isolierkopf 7 um die Rotationsachse 8 herum gesehen geschlossen ist. In diesem Fall muss zu Beginn das Leiterbündel 3 in Richtung der Rotationsachse 8 durch den Isolierkopf 7 durchgeführt (eingefädelt) werden. Alternativ ist es möglich, dass der Isolierkopf 7 offen ist, so dass zu Beginn ein seitliches Einführen des Leiterbündels 3 in den Isolierkopf 7 möglich ist.

Da es im Rahmen der vorliegenden Erfindung auf die Längsachse des Leiterbündels 3 im wesentlichen nur in demjenigen Bereich ankommt, in dem die Längsachse des Leiterbündels 3 mit der Rotationsachse 8 zusammenfällt, werden die Begriffe Längsachse des Leiterbündels 3 und Rotationsachse 8 nachfolgend vielfach synonym verwendet.

Die Wickelmaschine weist weiterhin eine Zusatzeinrichtung 11 auf. Die Zusatzeinrichtung 11 umfasst zumindest einen Hauptkörper 12, mindestens eine Halteeinrichtung 13 und mindestens eine Trenneinrichtung 14. Die Zusatzeinrichtung 11 bildet vorzugsweise zusammen mit dem Isolierkopf 7 eine Baueinheit. Die Verbindung zwischen der Zusatzeinrichtung 11 und dem Isolierkopf 7 erfolgt in diesem Fall über ein feststehendes, nicht rotierendes Element, an dem der Isolierkopf 7 befestigt ist.

Der Hauptkörper 12 der Zusatzeinrichtung 11 ist durch Zusammenwirken mit einer Einrichtungsführung 15 in Richtung der Rotationsachse 8 verschiebbar. Dies ist in FIG 2 durch einen Doppelpfeil 16 angedeutet. Die Einrichtungsführung 15 kann beispielsweise als Gruppe von Rundstäben ausgebildet sein, entlang derer der Hauptkörper 12 der Zusatzeinrichtung 11 axial verschiebbar ist. Die Einrichtungsführung 15 kann an einem feststehenden Teil des Isolierkopfes 7 angeordnet sein. Der Hauptkörper 12 kann - analog zum Isolierkopf 7 - alterna-

tiv geschlossen oder offen ausgebildet sein. Insbesondere bietet sich an, den Hauptkörper 12 auf die gleiche Weise wie den Isolierkopf 7 auszubilden, dass also entweder sowohl der Isolierkopf 7 als auch der Hauptkörper 12 offen sind oder
5 dass sowohl der Isolierkopf 7 als auch der Hauptkörper 12 geschlossen sind.

Die Halteeinrichtungen 13 dienen gemäß FIG 3 dem (lösbaren) Halten der Isolierbänder 9. Jede Halteeinrichtung 13 hält
10 hierbei eines der Isolierbänder 9. Wenn also entsprechend der Darstellung in FIG 2 mehrere Isolierbänder 9 auf das Leiterbündel 3 gewickelt werden, sind auch mehrere Halteeinrichtungen 13 vorhanden, nämlich pro Isolierband 9 je eine Halteeinrichtung 13.

Die Trenneinrichtungen 14 dienen gemäß FIG 4 dem Trennen der Isolierbänder 9. Jede Trenneinrichtung 14 trennt eines der Isolierbänder 9. Analog zu den Halteeinrichtungen 13 sind ebenso viele Trenneinrichtungen 14 vorhanden, wie Isolierbänder 9 gewickelt werden.
20

Die Trenneinrichtungen 14 trennen das jeweilige Isolierband 9 entlang des jeweiligen Isolierbandes 9 gesehen zwischen dem Leiterbündel 3 und der jeweiligen Halteeinrichtung 13. Entlang des jeweiligen Isolierbandes 9 gesehen ist die jeweilige Halteeinrichtung 13 somit zwischen der jeweiligen Vorratsrolle 10 und der jeweiligen Trenneinrichtung 14 angeordnet.
25

Weiterhin weist die Wickelmaschine gemäß FIG 1 eine Steuereinrichtung 17 auf. Mittels der Steuereinrichtung 17 werden die Wickelvorrichtung 2, der Isolierkopf 7 und die Zusatzeinrichtung 11 angesteuert. Die Ansteuerung erfolgt derart, dass das Leiterbündel 3 durch den Isolierkopf 7 und die Zusatzeinrichtung 11 hindurch geführt wird und die Isolierbänder 9
30 hierbei vollautomatisch im jeweiligen Übergangsabschnitt 6 und nur dort auf das Leiterbündel 3 gewickelt werden.
35

Die Betriebsweise der erfindungsgemäßen Wickelmaschine wird nachfolgend erläutert.

Zunächst wird der Isolierkopf 7 in einen betriebsbereiten Zustand versetzt. Dieser Arbeitsschritt erfolgt manuell. Hierzu werden zunächst die Vorratsrollen 10 in entsprechende Halterungen des Isolierkopfes 7 eingesetzt. Sodann werden die Enden der Isolierbänder 9 in die Halteeinrichtungen 13 eingeführt und die Halteeinrichtungen 13 betätigt. Eventuell kann weiterhin das Leiterbündel 3 einmal durch den Isolierkopf 7 und die Zusatzeinrichtung 11 zur Wickelvorrichtung 2 geführt werden. Nach diesen einmaligen, vorbereitenden Tätigkeiten wird der automatisierte (laufende) Betrieb der Wickelmaschine gestartet. Aufgrund der Anordnung des Isolierkopfes 7, der Zusatzeinrichtung 11 und der Wickelvorrichtung 2 in Bezug auf die Längsachse des Leiterbündels 3 hintereinander wird das Leiterbündel 3 zuerst durch den Wickelkopf 7 hindurch geführt. Sodann wird es durch die Zusatzeinrichtung 11 hindurch geführt. Erst danach wird es der Wickelvorrichtung 2 zugeführt.

Zum Wickeln des Leiterbündels 3 zu den Spulen 5 der Spulengruppen 4 steuert die Steuereinrichtung 17 zunächst die Wickelvorrichtung 2 entsprechend an. Da das Wickeln des Leiterbündels 3 zu den Spulen 5 in konventioneller Weise erfolgt, sind zu diesem Arbeitsschritt keine weitergehenden Ausführungen erforderlich. Nur am Rande sei erwähnt, dass das Wickeln des Leiterbündels 3 zu den Spulen 5 derart erfolgt, dass die Spulengruppen 4 mittels eines jeweiligen Übergangsabschnitts 6 des Leiterbündels 3 miteinander verbunden sind.

Der Steuereinrichtung 17 ist bekannt, zu welchen Zeitpunkten die Übergangsabschnitte 6 den Isolierkopf 7 und die Zusatzeinrichtung 11 durchlaufen. Beispielsweise kann der Steuereinrichtung 17 von außen ein entsprechendes Wegsignal zugeführt werden. Alternativ kann der entsprechende Sachverhalt der Steuereinrichtung 17 aufgrund interner Daten bekannt sein. Wenn einer der Übergangsabschnitte 6 den Isolierkopf 7

erreicht, wird zunächst der Isolierkopf 7 um die Rotationsachse 8 rotiert. Während des Rotierens wird entweder das Leiterbündel 3 weiter durch den Isolierkopf 7 gefördert oder der Isolierkopf 7 entlang des Leiterbündels 3 verfahren. Welche dieser beiden Vorgehensweisen ergriffen wird, ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung von untergeordneter Bedeutung, da es nur auf die Relativbewegung zueinander ankommt. Eine entsprechende Koordinierung der Ansteuerung des Isolierkopfes 7 einerseits und der Wickelvorrichtung 2 andererseits ist Fachleuten allgemein bekannt und bedarf keiner näheren Erläuterung.

Aufgrund des Rotierens des Isolierkopfes 7 in Verbindung mit der axialen Relativbewegung des Isolierkopfes 7 relativ zum Leiterbündel 3 werden die Isolierbänder 9 auf das Leiterbündel 3 gewickelt. Nach Beginn des Wickelns der Isolierbänder 9 werden die Halteeinrichtungen 13 von der Steuereinrichtung 17 angesteuert. Insbesondere kann ein binäres Steuersignal S1 an Aktoren der Halteeinrichtungen 13 übermittelt werden, so dass diese die Halteeinrichtungen 13 öffnen. Aufgrund des Öffnens der Halteeinrichtungen 13 geben diese die Isolierbänder 9 frei. Dies ist in FIG 3 durch einen Pfeil 18 angedeutet. Der Zeitpunkt, zu dem die Halteeinrichtungen 13 geöffnet werden, ist derart bestimmt, dass zu diesem Zeitpunkt bereits mindestens eine Windung der Isolierbänder 9 gewickelt ist, so dass diese aufgrund der in den Isolierbändern 9 herrschenden Zugspannung eigendynamisch gehalten werden.

Unmittelbar nach dem Öffnen der Halteeinrichtungen 13 kann die Zusatzeinrichtung 11 entlang der Einrichtungsführung 15 in Richtung der Rotationsachse 8 vom Isolierkopf 7 weggefahren werden. Dies ist in FIG 2 durch einen Pfeil 19 angedeutet. Zu diesem Zweck steuert die Steuereinrichtung 17 einen entsprechenden Aktor des Hauptkörpers 12 an. Auch hier kommt es nur auf die Relativbewegung an.

Es ist möglich, dass das Verfahren der Zusatzeinrichtung 11 lage- oder eventuell auch geschwindigkeitsgeregelt erfolgt.

Diese Vorgehensweise ist insbesondere dann von Vorteil, wenn zum Wickeln der Isolierbänder 9 das Leiterbündel 3 angehalten wird, der Isolierkopf 7 verfahren wird und die Zusatzeinrichtung 11 koordiniert mit dem Isolierkopf 7 verfahren wird. Alternativ kann es ausreichen, dass die Zusatzeinrichtung 11 relativ zum Isolierkopf 7 binär geschaltet wird. Dies kann insbesondere dann der Fall sein, wenn zum Wickeln der Isolierbänder 9 das Leiterbündel 3 verfahren wird und der Isolierkopf 7 (mit Ausnahme der Rotation um die Rotationsachse 8) ortsfest bleibt oder wenn die Einrichtungsführung 15 an einem feststehenden Teil des Isolierkopfes 7 angeordnet ist, so dass ein Verfahren des Isolierkopfes 7 zugleich auch ein Verfahren der Zusatzeinrichtung 11 bewirkt und nur die Zusatzeinrichtung 11 relativ zum Isolierkopf 7 bewegt wird.

Das Wickeln der Isolierbänder 9 wird in diesem Zustand, also während die Zusatzeinrichtung 11 vom Isolierkopf 7 weggefahren ist, fortgesetzt bis Isolierbänder 9 im jeweiligen Übergangsabschnitt 6 auf das Leiterbündel 3 gewickelt sind. Sodann wird der Isolierkopf 7 in einer definierten Rotationsstellung gestoppt.

Nach dem Beenden des Wickelns der Isolierbänder 9 wird die Zusatzeinrichtung 11 entlang der Einrichtungsführung 15 relativ zum Isolierkopf 7 gesehen in Richtung der Rotationsachse 8 zum Isolierkopf 7 hingefahren. Dies ist in FIG 2 durch einen Pfeil 20 angedeutet. Dadurch werden die Halteeinrichtungen 13 und die Trenneinrichtungen 14 in den Bereich der Isolierbänder 9 gebracht. Sodann steuert die Steuereinrichtung 17 die Aktoren für die Halteeinrichtungen 13 derart an, dass die Halteeinrichtungen 13 geschlossen werden. Dadurch fassen die Halteeinrichtungen 13 die Isolierbänder 9. Dies ist in FIG 3 durch einen Pfeil 21 angedeutet. Sodann steuert die Steuereinrichtung 17 Trenneinrichtungen 14 an, so dass diese betätigt werden. Dies ist in FIG 4 durch einen Pfeil 22 angedeutet. Dadurch werden die Isolierbänder 9 zwischen den Halteeinrichtungen 13 und dem Leiterbündel 3 durchgetrennt. Gegebenenfalls kann der Hauptkörper 12 Bandführungen (in FIG 3

dargestellt und mit dem Bezugszeichen 13' versehen) aufweisen, mittels derer die Isolierbänder 9 den Halteeinrichtungen 13 und eventuell auch den Trenneinrichtungen 14 zugeführt werden. Die Bandführungen 13' sind, falls sie vorhanden sind, 5 entsprechend der Darstellung in FIG 3 vorzugsweise trichterförmig ausgebildet.

Damit ist ein Betriebszyklus des Isolierkopfes 7 und der Zusatz-
einrichtung 11 beendet. Der entsprechende Übergangsab-
schnitt 6 ist mit den Isolierbändern 9 bewickelt. Der vorste-
hend beschriebene Zyklus beginnt beim nächsten Übergangsab-
schnitt 6 erneut.

Das Steuersignal zum erneuten Ansteuern der Aktoren für die
15 Halteeinrichtungen 13 ist (selbstverständlich) invers zu dem
Steuersignal S1, mittels dessen das Öffnen der Halteeinrich-
tungen 13 bewirkt wurde. Ein Steuersignal S2 zum Betätigen
der Trenneinrichtungen 14 kann - analog zum Steuersignal S1 -
ebenfalls binär sein. Auch die Trenneinrichtungen 14 können
20 also binär geschaltet werden.

Die erfindungsgemäße Wickelmaschine und ihre Betriebsweise
können auf verschiedene Art fortgebildet sein. So ist es ge-
mäß FIG 2 beispielsweise möglich, dass die Zusatzeinrichtung
25 11 eine Bündelführung 23 aufweist. Mittels der Bündelführung
23 wird das Leiterbündel 3 im Bereich der Zusatzeinrichtung
11 quer zur Rotationsachse 8 gesehen geführt. Diese Ausge-
staltung ist insbesondere dann von Vorteil, wenn mittels des
Isolierkopfes 7 ein einzelnes Isolierband 9 - und nicht wie
30 in FIG 2 dargestellt mehrere Isolierbänder 9 - auf das Lei-
terbündel 3 gewickelt wird.

Weiterhin ist es möglich, dass die Halteeinrichtungen 13 und
die Trenneinrichtungen 14 mechanisch-konstruktiv derart mit-
einander gekoppelt sind, dass sie mittels ein und derselben
35 Aktoren betätigt werden. Beispielsweise können die Halteein-
richtung 13 auf den Trenneinrichtungen 14 angeordnet sein und
federnd gelagerte Elemente aufweisen, mittels derer die Iso-

lierbänder 9 gehalten werden. Auch im Falle einer mechanisch-konstruktiven Kopplung werden die Isolierbänder 9 jedoch zuerst mittels der Halteeinrichtungen 13 gehalten und erst danach mittels der Trenneinrichtungen 14 getrennt.

5

Die Halteeinrichtung 13 sollten aus Gründen der Betriebssicherheit und aus Gründen in der möglichst effizienten Ausnutzung der Isolierbänder 9 möglichst nahe am Leiterbündel 3 angeordnet sein. Vorzugsweise sind die Halteeinrichtungen 13 daher quer zur Rotationsachse 8 gesehen maximal 10 cm, vorzugsweise maximal 3 cm, von der Rotationsachse 8 entfernt angeordnet.

Weiterhin kann die Zusatzeinrichtung 11 eine Anlegeeinrichtung aufweisen (in den FIG nicht dargestellt). Die Anlegeeinrichtung ist, sofern sie vorhanden ist, den Trenneinrichtungen 14 nachgeordnet. Mittels der Anlegeeinrichtung werden Restabschnitte der Isolierbänder 9 an den jeweiligen Übergangsabschnitt 6 angelegt. Die Restabschnitte der Isolierbänder 9 sind diejenigen Abschnitte, die am Anfang und am Ende des jeweiligen Übergangsabschnitts 6 ungewickelt bleiben. Die Anlegeeinrichtung kann beispielsweise Andrückrollen, Andrückschleifer, rotierende Bürsten usw. umfassen.

Die Isolierbänder 9 können nach Bedarf ausgebildet sein. Es ist möglich, dass es sich um nicht klebende Isolierbänder 9 handelt. Alternativ kann es sich um klebende Isolierbänder 9 handeln. Wenn es sich um klebende Isolierbänder 9 handelt, kann weisen die Isolierbänder 9 - siehe FIG 5 - eine Klebeschicht 24 auf. Die Klebeschicht 24 kann - wie im Stand der Technik auch - auf der Innenseite, also der dem Leiterbündel 3 zugewandten Seite, der Isolierbänder 9 angeordnet sein. Vorzugsweise jedoch ist die Klebeschicht 24 jedoch entsprechend der Darstellung in FIG 5 auf den Außenseiten der Isolierbänder 9 angeordnet. Durch diese Ausgestaltung wird insbesondere erreicht, dass die Bandage 25 auch nach dem Wickeln noch auf dem Leiterbündel 3 verschiebbar ist, obwohl Isolierbänder 9 mit einer Klebeschicht 24 verwendet werden. Dennoch

ergibt sich aufgrund der Klebeschicht 24 eine sehr stabile Bandage 25.

Obenstehende Ausführungen beziehen sich auf den Fall, dass
5 ein einziger Isolierkopf 7 und eine einzige Zusatzeinrichtung
11 vorhanden sind. In diesem Fall ist eine Bandage 25, die
sich durch das Wickeln der Isolierbänder 9 ergibt, entspre-
chend der Darstellung in FIG 5 einschichtig. Alternativ kön-
nen jedoch mehrere Isolierköpfe 7 und mehrere Zusatzeinrich-
10 tungen 11 vorhanden sein, wobei jeweils ein Isolierkopf 7 und
eine Zusatzeinrichtung 11 eine gemeinsam betriebene Gruppe
bilden. In diesem Fall kann die Bandage 25 gemäß FIG 6 mehr-
schichtig gewickelt sein, wobei mittels jeder der genannten
Gruppen jeweils eine Schicht der Bandage 25 aufgebracht wird.
15 Von besonderer Bedeutung ist hierbei der Fall, dass die Ban-
dage 25 zwei Schichten aufweist, nachfolgend als Innenschicht
25' und als Außenschicht 25'' bezeichnet. Der Abstand zwischen
den Schichten 25' und 25'' ist in FIG 6 nur aus Gründen der
besseren Darstellung der Erfindung vorhanden. In der Realität
20 liegen die Schichten 25' und 25'' unmittelbar aneinander an.

Im Falle mehrerer Schichten 25', 25'' können die Isolierbänder
9 der jeweiligen Schicht 25', 25'' nach Bedarf klebend oder
nicht klebend ausgebildet sein. So ist es beispielsweise mög-
25 lich, dass die Isolierbänder 9 beider Schichten 25', 25'' kle-
bend ausgebildet sind, wobei die jeweilige Klebeschicht 24
auf der Innenseite der jeweiligen Isolierbänder 9 angeordnet
ist. Von besonderer Bedeutung sind jedoch die Fälle, dass die
Isolierbänder 9 der Innenschicht 25' auf ihrer Außenseite
30 klebend ausgebildet sind und die Isolierbänder 9 der Außen-
schicht 25'' auf ihrer Innenseite klebend ausgebildet sind
oder nicht klebend ausgebildet sind. Gleichwertig hiermit ist
die Ausgestaltung, dass die Isolierbänder 9 der Innenschicht
25' nicht klebend ausgebildet sind und die Isolierbänder 9
35 der Außenschicht 25'' auf ihrer Innenseite klebend ausgebildet
sind. Auch durch diese Ausgestaltungen wird erreicht, dass
die Bandage 25 auch nach dem Wickeln noch auf dem Leiterbün-
del 3 verschiebbar ist, obwohl Isolierbänder 9 mit einer Kle-

beschicht 24 verwendet werden. Dennoch ergibt sich aufgrund der Klebeschicht 24 eine sehr stabile Bandage 25.

Das Leiterbündel 3 kann nach Bedarf ausgebildet sein. In Einzelfällen kann das Leiterbündel 3 einen einzelnen Leiterdraht 26 umfassen. In der Regel besteht das Leiterbündel 3 jedoch gemäß FIG 7 aus mehreren Leiterdrähten 26. Die Leiterdrähte 26 können insbesondere als Runddrähte ausgebildet sein. Sie können untereinander gleiche oder nicht gleiche Querschnitte aufweisen. In der Regel sind die Leiterdrähte 26 mit einem Isolierlack 27 überzogen.

FIG 8 und 9 zeigen eine elektrische Maschine, bei welcher auf erfindungsgemäße Weise hergestellte Spulengruppen 4 verwendet werden. Gemäß FIG 8 weist die elektrische Maschine ein Aktivteil 28 auf, in das ein Wicklungssystem 29 eingebracht ist. Bei dem Aktivteil 28 handelt es sich in der Regel um den Stator der elektrischen Maschine. Weiterhin weist die elektrische Maschine einen Rotor 28' auf, der um eine Rotationsachse 30 rotierbar ist. Der guten Ordnung halber wird darauf hingewiesen, dass die Rotationsachse 30 der elektrischen Maschine von FIG 8 eine von der Rotationsachse 8 des Isolierkopfes 7 von FIG 2 verschiedene Achse ist.

Das Wicklungssystem 29 ist in Statornuten 31 des Stators 28 angeordnet. Es weist mehrere Teilwicklungssysteme 32 auf, nämlich je eines für jede Phase eines Drehstromsystems. Die Teilwicklungssysteme 32 weisen jeweils die Spulengruppen 4 auf, wie sie obenstehend erläutert wurden. Insbesondere weisen die Spulengruppen 4 die Spulen 5 auf, welche jeweils aus einem Leiterbündel 3 gewickelt wurden. Weiterhin sind die Spulengruppen 4 mittels der Übergangsabschnitte 6 miteinander verbunden. In den Übergangsabschnitten 6 sind die gewickelten Bandagen 25 angeordnet.

35

Mittels der Bandagen 25 wird die erforderliche Spannungsfestigkeit und Durchschlagfestigkeit der Phasen gegeneinander erreicht. Es ist also ausreichend, dass die Leiterbündel 3 in

den Übergangsabschnitten 6 ausschließlich von den Bandagen 25 umgeben sind. Andere Isolierhüllen - beispielsweise Isolierschläuche - sind nicht erforderlich.

- 5 Die elektrische Maschine kann nach Bedarf ausgebildet sein. Insbesondere kann sie eine Nennleistung aufweisen, die zwischen 50 kW und 2 MW liegt. Ebenso kann sie eine Nennspannung aufweisen, die zwischen 220 V und 1 kV liegt.
- 10 Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere kann auf einfache und effiziente Weise eine nahezu vollständige Automatisierung beim Herstellen der Spulengruppen 4 (einschließlich des Aufbringens der erforderlichen Isolierungen im Bereich der Übergangsabschnitte 6) erreicht werden.
- 15 Die hierfür erforderlichen Einrichtungen, nämlich der Isolierkopf 7 und die Zusatzeinrichtung 11, sind relativ einfach und räumlich sehr klein aufgebaut. Außer einer Bewegung der Zusatzeinrichtung 11 entlang der Rotationsachse 8 sowie einer Halte- und Abschneidbewegung sind über die an sich bekannten
- 20 Bewegungen des Isolierkopfes 7 und der Wickelvorrichtung 2 hinaus keinerlei weiteren Bewegungen erforderlich. Je nach Ausgestaltung ist für die Bewegungen der Zusatzeinrichtung 11 nur eine einzige geregelte Achse erforderlich. Unter Umständen kann sogar diese Achse entfallen. Im Extremfall - nämlich
- 25 bei einer geeigneten Kulissenführung entlang der Einrichtungsführung 15 kann sogar ein einziges binäres Steuersignal ausreichend sein. Die Fertigungszeit und die Fertigungskosten können deutlich reduziert werden.
- 30 Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu
- 35 verlassen.

Patentansprüche

1. Wickelmaschine zum Herstellen einer Wicklung (1) einer elektrischen Maschine,

- 5 - wobei die Wickelmaschine eine Wickelvorrichtung (2) aufweist, mittels derer ein Leiterbündel (3) zu einer Anzahl von Spulengruppen (4) wickelbar ist, die mittels eines jeweiligen Übergangsabschnitts (6) des Leiterbündels (3) miteinander verbunden sind,
 - 10 - wobei die Wickelmaschine mindestens einen Isolierkopf (7) aufweist, durch den das Leiterbündel (3) vor dem Zuführen zur Wickelvorrichtung (2) hindurch geführt wird,
 - wobei der mindestens eine Isolierkopf (7) um eine Längsachse (8) des Leiterbündels (3) rotierbar ist,
 - 15 - wobei durch Rotieren des mindestens einen Isolierkopfes (7) um die Längsachse (8) mindestens ein auf mindestens einer Vorratsrolle (10) befindliches Isolierband (9) auf das Leiterbündel (3) wickelbar ist,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- 20 - dass die Wickelmaschine mindestens eine Zusatzeinrichtung (11) aufweist,
 - dass die mindestens eine Zusatzeinrichtung (11) durch Zusammenwirken mit einer Einrichtungsführung (15) relativ zum mindestens einen Isolierkopf (7) in Richtung der Längsachse
 - 25 (8) des Leiterbündels (3) verschiebbar ist,
 - dass die mindestens eine Zusatzeinrichtung (11) eine Halteinrichtung (13) zum Halten des mindestens einen Isolierbandes (9) und eine Trenneinrichtung (14) zum Trennen des mindestens einen Isolierbandes (9) umfasst,
 - 30 - dass entlang des mindestens einen Isolierbandes (9) gesehen die Halteinrichtung (13) zwischen der Vorratsrolle (10) und der Trenneinrichtung (14) angeordnet ist und
 - dass die Wickelmaschine eine Steuereinrichtung (17) aufweist, mittels derer die Wickelvorrichtung (2), der mindestens
 - 35 eine Isolierkopf (7) und die mindestens eine Zusatzeinrichtung (11) derart angesteuert werden, dass das Leiterbündel (3) durch den mindestens einen Isolierkopf (7) und die mindestens eine Zusatzeinrichtung (11) hindurch ge-

führt wird und dass das mindestens eine Isolierband (9) vollautomatisch im jeweiligen Übergangsabschnitt (6) und nur dort auf das Leiterbündel (3) gewickelt wird.

5 2. Wickelmaschine nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , dass die mindestens eine Zusatz-
einrichtung (11) eine Bündelführung (23) aufweist, mittels
derer das Leiterbündel (3) quer zur Längsachse (8) des Lei-
terbündels (3) gesehen geführt wird.

10

3. Wickelmaschine nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass die Halteeinrichtung (13)
und die Trenneinrichtung (14) binär geschaltet werden.

15 4. Wickelmaschine nach Anspruch 1, 2 oder 3, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass die mindestens eine Zu-
satzeinrichtung (11) relativ zum mindestens einen Isolierkopf
(7) in Richtung der Längsachse (8) des Leiterbündels (3) bi-
när geschaltet oder lagegeregelt verfahrbar ist.

20

5. Wickelmaschine nach einem der obigen Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Halteein-
richtung (13) quer zur Längsachse (8) des Leiterbündels (3)
gesehen maximal 10 cm, vorzugsweise maximal 3 cm, von der
25 Längsachse (8) des Leiterbündels (3) entfernt angeordnet ist.

6. Wickelmaschine nach einem der obigen Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Halteein-
richtung (13) und die Trenneinrichtung (14) mechanisch-
30 konstruktiv derart miteinander gekoppelt sind, dass das min-
destens eine Isolierband (9) zuerst mittels der Halteeinrich-
tung (13) gehalten und erst danach mittels der Trenneinrich-
tung (14) getrennt wird.

35 7. Wickelmaschine nach einem der obigen Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die mindestens
eine Zusatzeinrichtung (11) eine der Trenneinrichtung (14)
nachgeordnete Anlegeeinrichtung aufweist, mittels derer zu-

mindest ein zwischen der Trenneinrichtung (14) und dem Leiterbündel (3) befindlicher Restabschnitt des mindestens einen Isolierbandes (9) an den Übergangsabschnitt (6) anlegbar ist.

- 5 8. Wickelverfahren zum Herstellen einer Wicklung (1) einer elektrischen Maschine,
- wobei ein eine Längsachse (8) aufweisendes Leiterbündel (3) durch mindestens einen Isolierkopf (7) einer Wickelmaschine hindurch geführt wird,
 - 10 - wobei das Leiterbündel (3) sodann durch mindestens eine Zusatzeinrichtung (11) der Wickelmaschine hindurch geführt wird,
 - wobei das Leiterbündel (3) sodann einer Wickelvorrichtung (2) zugeführt wird,
 - 15 - wobei das Leiterbündel (3) mittels der Wickelvorrichtung (2) zu einer Anzahl von Spulengruppen (4) gewickelt wird, so dass die Spulengruppen (4) mittels eines jeweiligen Übergangsabschnitts (6) des Leiterbündels (3) miteinander verbunden sind,
 - 20 - wobei der mindestens eine Isolierkopf (7) temporär um die Längsachse (8) des Leiterbündels (3) rotiert wird und während des Rotierens des mindestens einen Isolierkopfes (7) mindestens ein auf mindestens einer Vorratsrolle (10) befindliches Isolierband (9) im jeweiligen Übergangsabschnitt
 - 25 (6) auf das Leiterbündel (3) gewickelt wird,
 - wobei nach Beginn des Wickelns des mindestens einen Isolierbandes (9) eine Halteeinrichtung (13) der mindestens einen Zusatzeinrichtung (11) geöffnet wird, so dass sie das mindestens eine Isolierband (9) freigibt und die mindestens
 - 30 eine Zusatzeinrichtung (11) entlang einer Einrichtungsführung (15) relativ zum mindestens einen Isolierkopf (7) gesehen in Richtung der Längsachse (8) des Leiterbündels (3) von dem mindestens einen Isolierkopf (7) weggefahren wird,
 - wobei das Wickeln des mindestens einen Isolierbandes (9)
 - 35 fortgesetzt wird,
 - wobei nach dem Beenden des Wickelns des mindestens einen Isolierbandes (9) die Zusatzeinrichtung (11) entlang der Einrichtungsführung (15) relativ zum mindestens einen Iso-

lierkopf (7) gesehen in Richtung der Längsachse (8) des
Leiterbündels (3) zu dem mindestens einen Isolierkopf (7)
hingefahren wird und sodann die Halteeinrichtung (13) ge-
schlossen wird, so dass sie das mindestens eine Isolierband
5 (9) fasst, und

- wobei nach dem Fassen des mindestens einen Isolierbandes
(9) eine Trennvorrichtung (14) der mindestens einen Zusatz-
einrichtung (11) betätigt wird, so dass das mindestens eine
Isolierband (9) zwischen der Halteeinrichtung (13) und dem
10 Leiterbündel (3) durchgetrennt wird.

9. Wickelverfahren nach Anspruch 8, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , dass die Halteeinrichtung (13) und
die Trenneinrichtung (14) binär geschaltet werden.

10. Wickelverfahren nach Anspruch 8 oder 9, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass die mindestens eine Zu-
satzeinrichtung (11) relativ zum mindestens einen Isolierkopf
(7) in Richtung der Längsachse (8) des Leiterbündels (3) bi-
20 när geschaltet oder lagegeregelt verfahren wird.

11. Wickelverfahren nach Anspruch 8, 9 oder 10, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass aufgrund einer
mechanisch-konstruktiven Kopplung der Halteeinrichtung (13)
25 und der Trenneinrichtung (14) miteinander das mindestens eine
Isolierband (9) zuerst mittels der Halteeinrichtung (13) ge-
halten und erst danach mittels der Trenneinrichtung (14) ge-
trennt wird.

12. Wickelverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass ein zw-
ischen der Trenneinrichtung (14) und dem Leiterbündel (3) be-
findlicher Restabschnitt des mindestens einen Isolierbandes
(9) mittels einer der Trenneinrichtung (14) nachgeordneten
35 Anlegeeinrichtung an den Übergangsabschnitt (6) angelegt
wird.

13. Wickelverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das min-
destens eine Isolierband (9) auf seiner Außenseite eine Kle-
beschicht (24) aufweist.

5

14. Elektrische Maschine,

- wobei die elektrische Maschine ein Aktivteil (28) aufweist,
in das ein Wicklungssystem (29) eingebracht ist,

10 - wobei das Wicklungssystem (29) mehrere Teilwicklungssysteme
(32) aufweist,

- wobei die Teilwicklungssysteme (32) jeweils mehrere Spulen-
gruppen (4) aufweisen, die aus einem jeweiligen Leiterbün-
del (3) gewickelte Spulen (5) aufweisen,

15 - wobei die Spulengruppen (4) mittels eines jeweiligen Über-
gangsabschnitts (6) des jeweiligen Leiterbündels (3) mitei-
nander verbunden sind,

- wobei in den Übergangsabschnitten (6) gewickelte Bandagen
(25) angeordnet sind.

20 15. Elektrische Maschine nach Anspruch 14, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass die Enden der Bandagen
(25) nicht gewickelt sind.

25 16. Elektrische Maschine nach Anspruch 14 oder 15, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Bandagen
(25) einschichtig aus mindestens einem Isolierband (9) gewi-
ckelt sind und dass das mindestens eine Isolierband (9) auf
seiner Außenseite eine Klebeschicht (24) aufweist.

30 17. Elektrische Maschine nach Anspruch 14 oder 15, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Bandagen
(25) mehrschichtig aus jeweils mindestens einem Isolierband
(9) gewickelt sind und dass das mindestens eine Isolierband
(9) mindestens einer der Schichten (25', 25'') auf seiner dem
35 mindestens einen Isolierband (9) einer anderen Schicht (25'',
25') zugewandten Seite eine Klebeschicht (24) aufweist.

18. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Leiterbündel (3) aus Runddrähten besteht.

5 19. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Leiterbündel (3) aus mehreren Leiterdrähten (26) besteht und dass die Leiterdrähte (26) mit einem Isolierlack (27) überzogen sind.

10

20. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterbündel (3) in den Übergangsabschnitten (6) ausschließlich von den Bandagen (25), nicht aber von anderen Isolierhüllen
15 umgeben sind.

21. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Nennleistung aufweist, die zwischen 50 kW und 2 MW liegt.

20

22. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Nennspannung aufweist, die zwischen 220 V und 1 kV liegt.

25

FIG 1

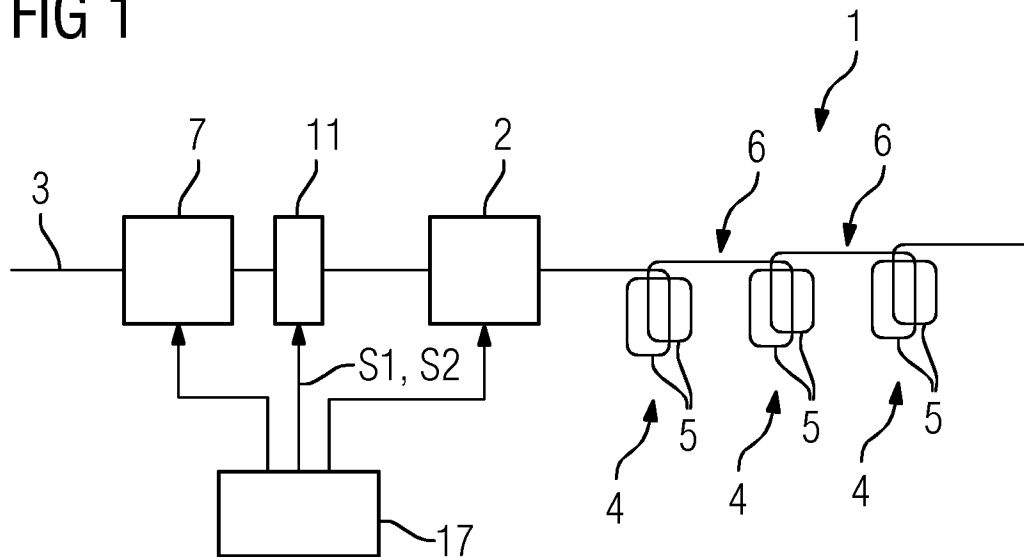


FIG 2

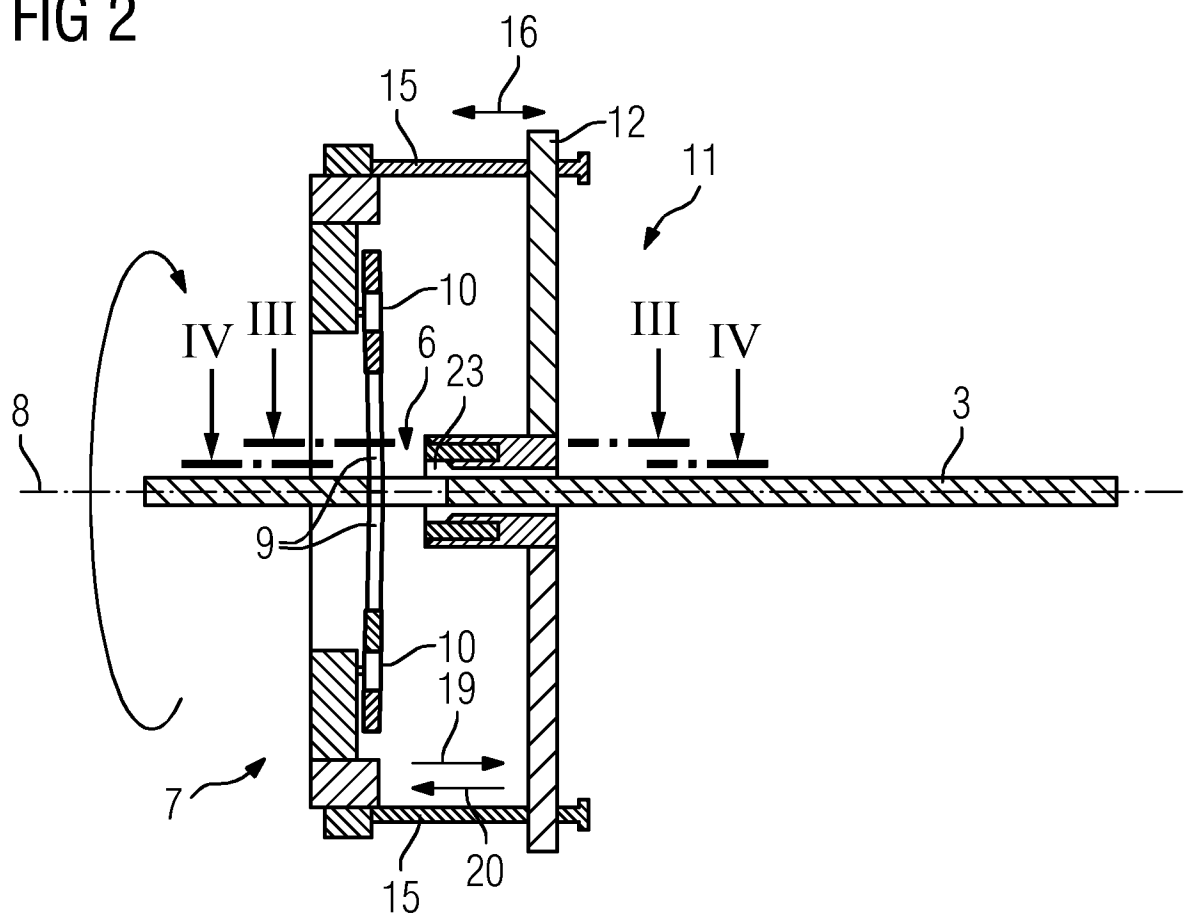


FIG 3

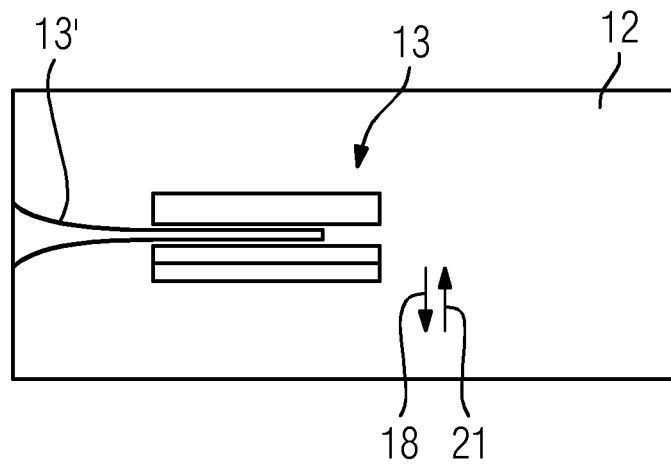


FIG 4

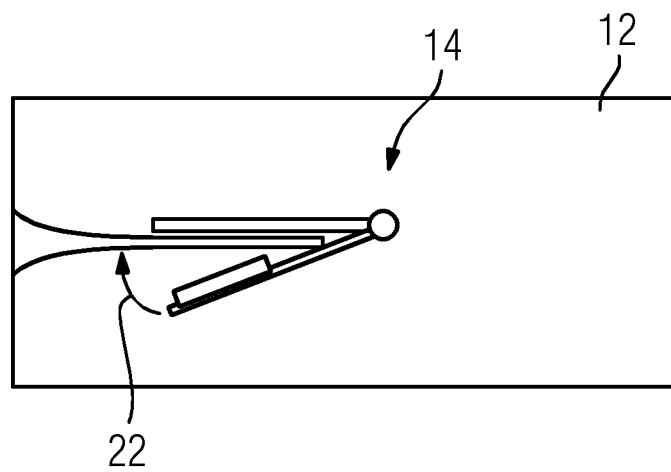


FIG 5

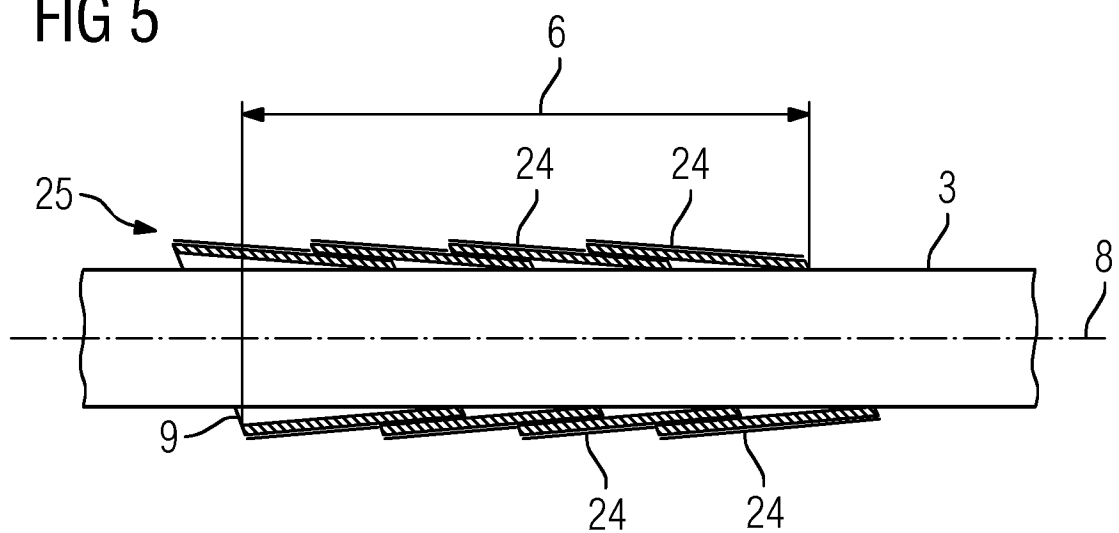


FIG 6

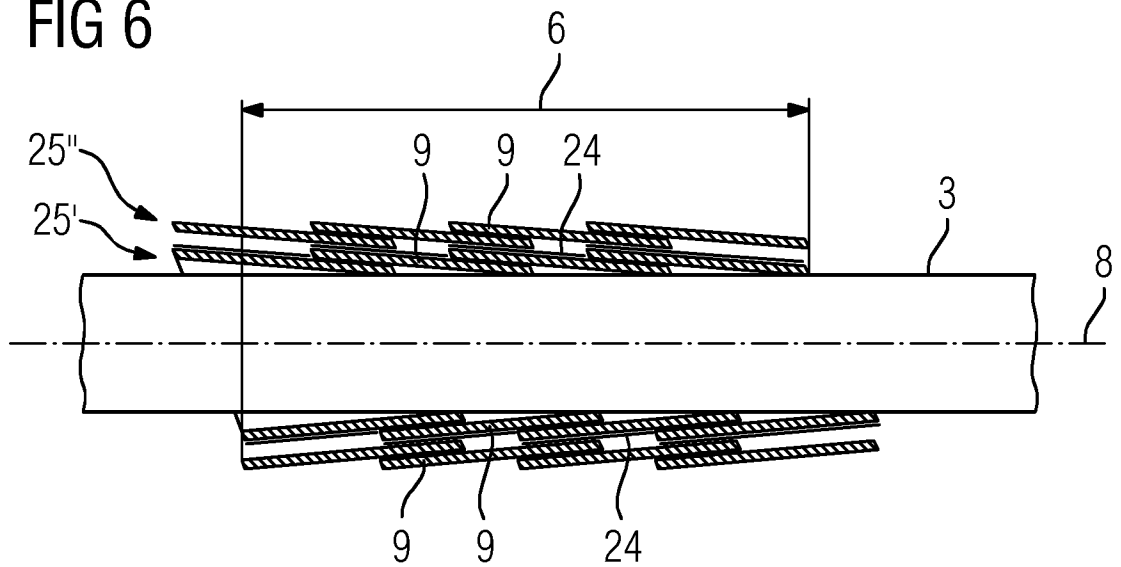


FIG 7

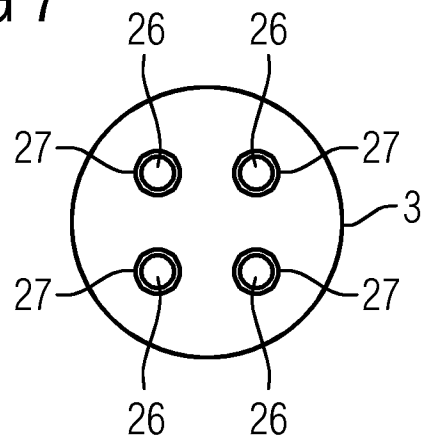


FIG 8

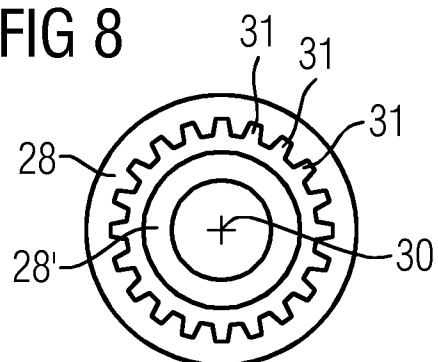


FIG 9

