

(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
28. Februar 2013 (28.02.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/026531 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
H01F 27/28 (2006.01) *H01F 41/06* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2012/003368
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
7. August 2012 (07.08.2012)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2011 110 652.2
19. August 2011 (19.08.2011) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** **FRIEDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG** [DE/DE]; Schloßplatz 4, 91054 Erlangen (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** **TREMEL, Jan** [DE/DE]; Caspar Peipas Str. 27, 96199 Zapfendorf (DE). **RISCH, Florian** [DE/DE]; Obere Kanalstraße 7, 90429 Nürnberg (DE).
- (74) **Anwalt:** **FDST PATENTANWÄLTE**; Nordostpark 16, 90411 Nürnberg (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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING FLAT COILS

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM HERSTELLEN VON FLACHSPULEN

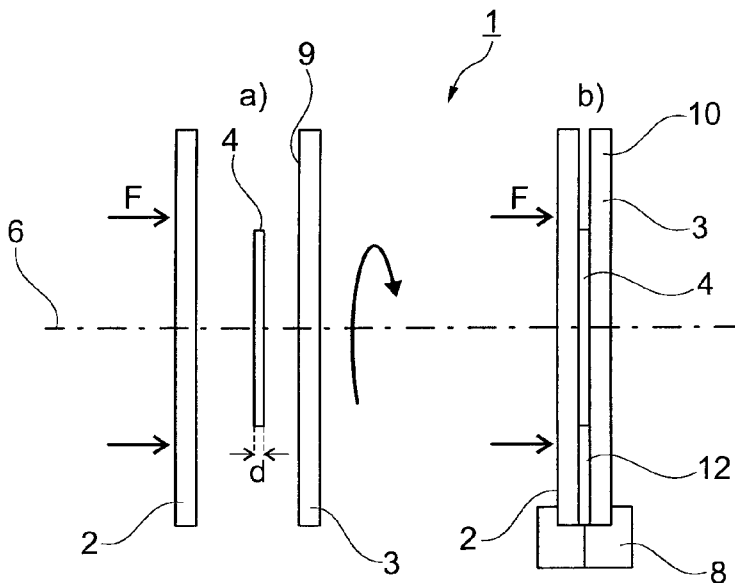


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing substantially two-dimensional flat coils (28), wherein at least two cover plates (2, 3) that each have a cover surface (20) and a former (4) having a former surface (21) that is smaller than the cover surfaces (20) are provided, wherein the former (4) is releasably clamped between the two cover plates (2, 3), such that at least some sections of lateral support surfaces (10) are formed by projecting sections (9) of the cover plates (2, 3), wherein a coil conductor (25) for the geometry of the flat coil (28) is wound along the circumference of the former (4) between the cover plates (2, 3), and wherein the wound coil conductors (25) are fixed locally relative to one another through cut-outs (16) in at least one of the cover plates (2, 3). The invention further relates to a corresponding winding device (1, 11, 22).

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren zum Herstellen von im Wesentlichen zweidimensionalen Flachspulen (28) angegeben, wobei wenigstens zwei Deckplatten (2, 3) mit einer jeweiligen Deckfläche (20) und eine Wickelschablone (4) mit einer zu den Deckflächen (20) kleineren

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/026531 A2



Veröffentlicht:

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

Schablonenfläche (21) bereitgestellt werden, wobei die Wickelschablone (4) zwischen den beiden Deckplatten (2, 3) lösbar eingespannt wird, so dass durch überstehende Abschnitte (9) der Deckplatten (2, 3) zumindest abschnittsweise seitliche Abstützflächen (10) gebildet sind, wobei entlang des Umfangs der Wickelschablone (4) zwischen den Deckplatten (2, 3) ein Spulenleiter (25) zur Geometrie der Flachspule (28) aufgewickelt wird, und wobei die aufgewickelten Spulenleiter (25) über Aussparungen (16) in wenigstens einer der Deckplatten (2, 3) hindurch lokal zueinander fixiert werden. Weiter wird eine entsprechende Wickelvorrichtung (1, 11, 22) offenbart.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Flachspulen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von im Wesentlichen zweidimensionalen Flachspulen verschiedener Geometrien. Derartige Flachspulen werden zu einer kontaktlosen induktiven Energieübertragung sowohl auf der Sender- als auch auf der Empfängerseite benötigt. Insbesondere besteht ein Bedarf an derartigen Flachspulen bei innovativen Konzepten zu induktiven Straßensystemen. Dabei sind an geeigneten Stellen in der Fahrbahn Flachspulen entsprechender Geometrie verlegt, die gerichtete magnetische Felder erzeugen. Darüber befindliche, elektrisch betriebene Fahrzeuge können im Stand und in Bewegung über die im Boden verlegten Flachspulen induktiv die zum Antrieb benötigte Energie aufnehmen.

Derzeit sind induktive Straßensysteme Gegenstand intensiver Forschung. Die Forschung ist insbesondere darauf gerichtet, die Übertragungsleistungen der Systeme zu erhöhen und den benötigten Mindestabstand zwischen Sende- und Empfangsspule zu vergrößern, innerhalb dem noch eine wirtschaftliche Energieübertragung möglich ist. Für induktive Straßensysteme sind Übertragungsleistungen im kW-Bereich notwendig. Ein zur Energieübertragung benötigter Mindestabstand im Dezimeterbereich wäre aufgrund der notwendigen Bodenfreiheit der Fahrzeuge wünschenswert.

Flachspulen, die ein verhältnismäßig geringes Volumen aufweisen, werden aufgrund der geometrischen und baulichen Vorgaben des kontaktlosen Energieübertragungssystems benötigt. Zum anderen bieten Flachspulen die Möglichkeit des Aufbaus eines gerichteten magnetischen Feldes mit relativ großer und gerichteter Ausdehnung, wobei Verluste durch Streufelder gering gehalten werden können.

Die kontaktlose Energieübertragung in elektrisch betriebenen Fahrzeugen mit in der Fahrbahn eingelassenen Flachspulen hat im Vergleich zu kabelgebundenen Lösungen die Vorteile eines hohen Ladekomforts, einer hohen Zuverlässigkeit

durch Entfall von Verschleißteilen, einer erhöhten elektrischen Sicherheit für Anwender, des Erhalts der Ästhetik in historischen Stadtbildern, eines Schutzes der Infrastruktur vor Vandalismus und der geringeren Wartungskosten. Eine Energieübertragung über induktive Straßensysteme erlaubt zudem die stetige Zuführung von Energie von einer fahrbahnseitigen Primärstruktur in ein Fahrzeug nicht nur im Stand, sondern auch in der Bewegung. Damit lassen sich elektrisch angetriebene Fahrzeuge realisieren, die mit einem minimalen und kostengünstigen Energiespeicher das Problem einer batteriebedingten Reichweitenbeschränkung beseitigen können.

Für die umfassende Einführung induktiver Straßensysteme im Zukunftsmarkt der Elektromobilität werden neben Produktverbesserungen auch Prozessinnovationen notwendig. Letztere sind insbesondere wichtig, um eine kostengünstige und damit beschleunigt flächendeckende Einführung von Ladeinfrastrukturen zu gewährleisten.

Der Aufbau von bekannten System zur kontaktlosen Energieübertragung in elektrisch betriebenen Fahrzeugen im Stand und in der Bewegung zeigt, dass eine effiziente fertigungsgerechte Integration der benötigten Flachspulen aufgrund der anspruchsvollen Handhabung der biegeschlaffen Materialien noch nicht gewährleistet ist. So sind entsprechend der WO 2010/090539 A1 und der DE 103 12 284 B4 in den benötigten Flachspulen Riefen im Spulenträger oder Kunststoffformteile zu einer präzisen Aufnahme und Beabstandung der einzelnen Spulenleiter notwendig, was zu einer umständlichen Verlegung der Flachspulen führt.

Zur Herstellung von mehreren zusammengeschalteten Luftspulen ist aus der DE 40 13 958 A1 eine Wickelvorrichtung bekannt, wobei ein Wickelkern durch eine erste seitliche Stütze hindurch vorgeschoben wird, um den Wickelkern zwischen der ersten seitlichen Stütze und einer zweiten seitlichen Stütze zu positionieren. An einer seitlichen Stütze ist eine Tasche vorgesehen, um die fertiggewickelte Luftspule bei Zurückschieben des Wickelkerns aufzunehmen. Im Ergebnis können mehrere Luftspulen aufeinanderfolgend gewickelt werden, ohne Wicklungsmaterial einer vorhergehenden Luftspule zu durchtrennen. Das benötigte

Werkzeug ist nachteiligerweise komplex und teuer und insbesondere für großformatige Flachspulen relativ einfacher Geometrie nicht wirtschaftlich.

In der DE 101 60 390 A1 wird ein Verfahren zur Herstellung einer kleinformatigen Flachspule für kontaktlose Transponder in Chipkarten, Etiketten, Tickets oder Wertscheinen vorgeschlagen. Das Wickelwerkzeug umfasst eine Wickelkernplatte und eine Wickelplatte, die mittels in der Wickelkernplatte fest montierter Abstandhalter im Abstand eines Wickeldrahtes aufeinandergelegt werden. Über axial verschiebbare, als Zapfen ausgebildete Wickelkerne können während der Spulenwicklung einzelne Windungen mit veränderter Geometrie erzeugt werden. Für großformatige Flachspulen weist nachteiligerweise die Geometrieerzeugung mittels einzelner verschiebbarer Wickelkerne nicht die notwendige Prozesssicherheit auf.

Schließlich wird in der EP 2 226 819 A1 die Herstellung einer spiralförmigen Flachspule vorgeschlagen, wobei ein Wicklungsdraht und ein Isolierdraht gemeinsam auf einer Scheibe spiralförmig um einen Schaft gewickelt werden. Dabei sind der Beginn und das Ende der Wicklungsbahn axial gegeneinander versetzt. Das gezeigte Verfahren ermöglicht nicht das Herstellen von Flachspulen verschiedener Geometrien. Nachteiligerweise sind zudem die derart hergestellten Flachspulen nicht planar.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Herstellung von im Wesentlichen zweidimensionalen Flachspulen fertigungstechnisch zu vereinfachen, wobei insbesondere auf Verlegehilfsmittel wie Formteile verzichtet werden soll und wobei mit einem einfachen Wickelwerkzeug verschiedene Geometrien der Flachspulen einfach und kostengünstig realisiert werden können.

Zur Lösung der Aufgabe wird erfindungsgemäß ein Verfahren zum Herstellen von im Wesentlichen zweidimensionalen Flachspulen angegeben, wobei wenigstens zwei Deckplatten mit einer jeweiligen Deckfläche und eine separate Wickelschablone mit einer zu den Deckflächen kleineren Schablonenfläche bereitgestellt werden, wobei die Wickelschablone zwischen den beiden Deckplatten lösbar einge-

spannt wird, so dass durch überstehende Abschnitte der Deckplatten zumindest abschnittsweise seitliche Abstützflächen gebildet sind, wobei entlang des Umfangs der Wickelschablone zwischen den Deckplatten ein Spulenleiter zur Geometrie der Flachspule aufgewickelt wird, und wobei die aufgewickelten Spulenleiter über Aussparungen in wenigstens einer der Deckplatten hindurch lokal zueinander fixiert werden.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, die Herstellung von Flachspulen möglichst flexibel hinsichtlich unterschiedlicher Geometrien auszugestalten. Das Herstellungsverfahren soll dabei möglichst einfach und prozessintegrativ ausgestaltet sein.

Durch das Vorsehen einer separaten Wickelschablone, die modular zwischen zwei Deckplatten eingespannt wird, wird das System hinsichtlich der Form der Flachspule äußerst flexibel. Je nach Wahl der Wickelschablone kann eine Flachspule hergestellt werden, die bezüglich ihres Umfangsverlaufs eine quadratische, rechteckige, runde, ovale, dreieckige, vieleckige oder eine sonstige Form aufweist. Hierzu braucht die jeweilige Wickelschablone nur hinsichtlich ihrer Form bzw. hinsichtlich ihres Umfangsverlaufs angepasst zu werden. Gleiches gilt hinsichtlich der Dicke und der Form der Spulenleiter. Für unterschiedlich dicke Spulenleiter brauchen lediglich verschieden dicke Wickelschablonen vorgehalten bzw. eingesetzt werden.

Dadurch, dass die Wicklung des Spulenleiters im eingeschränkten Raum zwischen den Deckplatten erfolgt, die als seitliche Stützwände wirken, ist eine hohe Prozessgeschwindigkeit ermöglicht. Die Wicklung kann dabei in einfacher Art und Weise durch Rotation des Spulenträgers vorgenommen werden, wobei sich der Spulenleiter allmählich entlang des Umfangs der Wickelschablone aufwickelt.

Die Erfindung bietet darüber hinaus die Möglichkeit einer Parallelisierung der Herstellung, da mehrere Spulenträgeranordnungen, bestehend jeweils aus Deckplatten und Wickelschablone, mit gleichen oder unterschiedlichen Wickelschablonen gemeinsam auf einer Welle rotiert werden können. Dabei entstehen während ei-

nes Prozessschrittes gleichzeitig mehrere Flachspulen, die sich zudem in ihrer Geometrie unterscheiden können.

Ebenfalls ist die Integration einer gegebenenfalls notwendigen Drahtzugregelung aufgrund des einfachen Aufbaus der Wickelvorrichtung problemlos möglich. Eine solche Drahtzugregelung empfiehlt sich insbesondere bei komplexen Geometrien bzw. Kantenstrukturen der jeweils eingesetzten Wickelschablone.

Durch Einstellen des Drahtzugs während der Wicklung kann des Weiteren in der Flachspule eine Vorspannung realisiert werden, die gegebenenfalls zu einer höheren mechanischen Stabilität und somit zu einer längeren Lebensdauer führt. Durch Wicklung unter Drahtzug wird zudem die Prozesssicherheit erhöht, da dadurch sichergestellt werden kann, dass jede Wickelbahn unmittelbar der vorherigen Wickelbahn aufliegt.

Die Form der aufgewickelten Flachspule wird zusätzlich durch eine Fixierung der aufgewickelten Spulenleiter zueinander stabilisiert. Dazu sind Aussparungen in wenigstens einer der Deckplatten vorhanden, die einen seitlichen Zugang auf die Wickelstruktur bilden. Durch Verkleben, Vergießen oder durch eine thermische Behandlung über diese Aussparungen können die Wicklungen der Flachspule lokal zueinander fixiert werden. Über die vorgesehenen Aussparungen wird es zudem möglich, während des Prozesses das Wickelbild auf Homogenität zu überwachen.

Durch die lösbare Verspannung der Deckplatten zueinander wird es ferner am Ende des Herstellungsprozesses in einfacher Art und Weise vorteilhaft möglich, die Flachspule der Vorrichtung zu entnehmen. Durch Lösen der Verspannung wird die Wickelschablone samt aufgewickelter Flachspule frei. Die Flachspule kann dann problemlos von der Wickelschablone axial abgenommen oder radial ausgeworfen werden. Auch ist es möglich, die Flachspule samt Wickelschablone transportstabil zu halten. Dabei kann es auch vorgesehen sein, dass die Flachspule samt Wickelschablone verlegt wird.

Es ist aber nicht nötig, am Ende des Wickelvorgangs die Flachspule mit oder ohne Wickelschablone aus den Deckplatten zu entnehmen. Vielmehr ist es ebenso gut möglich, die Flachspule samt den Deckplatten am Einsatzort zu verlegen. Dazu können die Deckplatten beispielsweise eine entsprechende Formgebung zum Einbau aufweisen, insbesondere entsprechend dreidimensional verformt sein. Auch können die Deckplatten dann zum Einbau zusätzlicher Hilfskomponenten wie beispielsweise von Ferritkernen, elektronischen Bauelementen, Schaltkreisen etc. genutzt werden.

Zur Verspannung der Deckplatten mit zwischengelegter Wickelschablone sowie zu einem Auswurf der Wickelschablone können grundsätzlich verschiedene Verfahren vorgesehen sein, insbesondere können hierzu pneumatische, hydraulische, mechanische oder elektrische Verschluss-, Öffnungs- und/oder Auswurfsmechanismen eingesetzt werden.

Die Erfindung bietet eine hohe Prozesssicherheit bei der Realisierung der präzisen Spulenanordnung und der Abstände der Spulenleiter, wobei komplexe und teure Kunststoffformteile vermieden sind. Dazu weist der freie Wickelraum zwischen den Deckplatten bevorzugt die Dicke des aufzuwickelnden Spulenleiters auf. Dies gelingt dadurch, dass die axiale Dicke der Wickelschablone entsprechend dem Durchmesser des zu wickelnden Spulenleiters gewählt ist. Die Wicklung kann insofern mit einer erhöhten Vorspannung erfolgen, ohne dass die Gefahr einer Überkreuzung von Spulenleitern bestünde.

Grundsätzlich wird die Wickelschablone eine flache Wickelschablone sein, deren Höhe bzw. Dicke wesentlich kleiner ist als deren Durchmesser. Mit anderen Worten handelt es sich bei einer flachen Wickelschablone um eine im Wesentlichen planare Wickelschablone. Damit werden Flachspulen gewickelt, deren axiale Dicke, insbesondere der Durchmesser eines einzelnen Spulenleiters, im Verhältnis zu ihrer radialen Ausdehnung klein ist. Durch die Wickelschablone wird die von den Wicklungen einer solchen Flachspule umlaufene Fläche vorgegeben.

In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung werden die Deckplatten und die Wickelschablone mittels einer jeweiligen Zentralöffnung einer Welle aufgesetzt und auf der Welle in axialer Richtung miteinander verspannt. Zum Verspannen wird lediglich eine gemeinsame Spannvorrichtung benötigt. Die Zentrierung aller Teile, d.h. der Deckplatten und der Wickelschablone geschieht prozesstechnisch unmittelbar durch das Aufschieben auf die vorgesehene Welle. Eine entsprechende Positionskontrolle ist nicht notwendig. Über die Welle erfolgt dann weiter vorteilhaft der Antrieb der Spulenträger zum Aufwickeln der Flachspulen. In diesem Fall sind die jeweiligen Zentralöffnungen beispielsweise als Mehrkant gegeben, so dass eine formschlüssige Verbindung mit der Welle vorliegt. Selbstverständlich können auch andere Möglichkeiten zu einer drehfesten Anbindung realisiert sein.

Generell ist es auch vorstellbar, dass während der Aufwicklung der Spulenträger aus Deckplatten und Wickelschablone ortsfest bleibt und der Spulenleiter zur Aufwicklung um den Spulenträger herumgeführt wird. Eine Rotation der Spulenträger lässt sich jedoch prozesstechnisch wesentlich einfacher und kostengünstiger realisieren. Eine aufwändige Drahtzuführung ist insbesondere nicht notwendig.

Zum Festlegen des Spulenleiters bei Wickelbeginn wird vorteilhafterweise ein Ende des Spulenleiters vor dem Einspannen der Wickelschablone durch eine Öffnung durch eine der Deckplatten hindurch von innen nach außen geführt. Da die entsprechende Deckplatte zu Beginn des Vorgangs frei zugänglich ist, ist ein solches Durchführen problemlos möglich. Nach dem Aufsetzen der zweiten Deckplatte ist das Ende des Spulenleiters rechtwinkelig abgeknickt, wodurch der Spulenleiter als solcher vor Beginn des Wicklungsvorganges bereits festgelegt ist. Zusätzlich kann auf der Außenseite der Deckplatte eine geeignete Klemmvorrichtung montiert sein, die das Ende des Spulenleiters festhält.

Das beschriebene Wickelverfahren ermöglicht auch eine einfache Integration von zusätzlichen Drähten wie insbesondere von Blinddrähten als Abstandhalter oder zur Realisierung von mehrphasigen Strukturen. Wird ein Blinddraht als Abstandhalter eingesetzt, so kann ein definierter Abstand zwischen benachbarten Spulenleitern ohne bislang notwendige komplexe Formteile erzielt werden. Spulenleiter

und Blinddraht werden dabei radial aufeinanderliegend gemeinsam aufgewickelt, wobei sich in der Flachspule in radialer Richtung Spulenleiter und Blinddraht abwechseln. Der Blinddraht kann aus Kunststoff bestehen, er kann als ein Kabel aus Leiter und Isolierhülle oder als unisolierter Leiter gegeben sein. Die zusätzliche Einwicklung eines nicht-metallischen Abstandhalters kann insbesondere herangezogen werden, um die Wärmeabfuhr während des späteren Betriebs der Flachspule zu verbessern. Gegebenenfalls kann hierdurch die abstrahlbare Leistung der Flachspule erhöht werden.

Die erwähnte Parallelisierung des Herstellungsverfahrens wird bevorzugt dadurch realisiert, dass mehrere Wickelschablonen zwischen zwei Deckplatten und durch jeweils eine Deckplatte voneinander getrennt miteinander verspannt werden, so dass sich zwischen zwei abschließenden Deckplatten eine Abfolge aus Wickelschablone und Deckplatte ergibt. Die entstehende Struktur kann mittels einer gemeinsamen Spannvorrichtung verspannt und anschließend auch gemeinsam angetrieben werden. Durch Lösen der Verspannung können die dann mehreren gemeinsam gewickelten Flachspulen gleichzeitig ausgeworfen werden. Dazu wird nach Lösen der Verspannung beispielsweise eine gemeinsame Welle oder ein gemeinsamer Dorn aus den jeweils vorhandenen Zentralöffnungen von Wickelschablonen und Deckplatten zurückgezogen bzw. werden nach Lösen der Verspannung beispielsweise die Wickelschablonen und Deckplatten von einer gemeinsamen Welle oder einem gemeinsamen Dorn abgenommen bzw. ausgeworfen.

In einer vorteilhaften Variante wird in mindestens eine Materialausparung in mindestens einer der Deckplatten mindestens eine Zusatzkomponente, insbesondere ein Ferritkörper, ein Elektronikbauteil und/oder eine elektrische Schaltung, eingelegt. Diese Variante eignet sich zur Integration von Elektronik oder zur Feldgestaltung für den Fall, dass die Flachspule zusammen mit einer Deckplatte oder mit beiden Deckplatten am Einsatzort verlegt wird.

Zur Verlegung der Flachspule gemeinsam mit den Deckplatten ist weiter zweckmäßig, wenn die Deckplatten zueinander mit einer Anzahl von Befestigungsele-

menten dauerhaft fixiert werden. Diese Befestigungselemente können insbesondere zusätzlich zur Fixierung der Flachspule herangezogen sein, insbesondere wenn diese eine komplexe Geometrie aufweist.

In einer bevorzugten Weiterbildung wird ein weiterer Spulenleiter wenigstens um eine Teilanzahl der Befestigungselemente gewickelt. Hierdurch besteht die Möglichkeit zur Verlegung von im Produkt verbleibenden Zusatzspulen, die beispielsweise zum Aufbringen eines lokalen Gegenfeldes dienen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante wird der Querschnitt des Spulenleiters und/oder des weiteren Spulenleiters vor dem Aufwickeln oder während des Aufwickelns lokal verformt. Dadurch können sich unterscheidende Wickelbilder erreicht werden, die beispielsweise lokal variierende Wickelabstände aufweisen. Insbesondere kann im Wickelbild der Flachspule an den Radien eine enge Packungsdichte und an den Parallelen ein größerer Abstand der Wicklungen erzeugt werden.

Weiter kann zweckmäßigerweise dann, wenn eine Deckplatte oder beide Deckplatten mit verbaut werden, der Spulenleiter und/oder der weitere Spulenleiter in Rillen der mitverbauten Deckplatte verlegt und dort, insbesondere durch eine Verguss- oder Klebmasse, fixiert werden.

Die vorliegend für den Spulenleiter beschriebenen Ausführungsvarianten gelten sinngemäß auch für den weiteren Spulenleiter, der um die Befestigungselemente gewickelt wird.

Die gestellte Aufgabe wird weiter erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zur Wicklung von Flachspulen gelöst, die wenigstens zwei Deckplatten mit einer jeweiligen Deckfläche, eine Wickelschablone mit einer zur Deckfläche kleineren Schablonenfläche und eine Spannvorrichtung zum Einspannen der Wickelschablone zwischen die beiden Deckplatten umfasst, wobei in wenigstens eine der Deckplatten lokal Aussparungen eingebracht sind.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den auf die Vorrichtung gerichteten Unteransprüchen. Dabei können die hinsichtlich des Verfahrens genannten Vorteile sinngemäß auf die Vorrichtung übertragen werden.

In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung der Vorrichtung sind die Deckplatten und/oder die Wickelschablonen jeweils mit einer Antihaftbeschichtung für den zu wickelnden Spulenleiter bzw. für das die Wicklungen lokal zueinander fixierende Material versehen. Hierdurch kann die Prozessgeschwindigkeit erhöht werden, da der zu wickelnde Spulenleiter gegenüber den Deckplatten eine verringerte Reibung aufweist. Weist die Wickelschablone eine Antihaftbeschichtung auf, so kann die fertiggestellte Flachspule einfacher von der Wickelschablone getrennt werden.

Hinsichtlich der Ausgestaltung des Spulenleiters ist die Erfindung nicht eingeschränkt. Für Flachspulen, die zur Übertragung von Leistungen im kW-Bereich vorgesehen sind, empfiehlt es sich Litzenleiter einzusetzen. Gegenüber einem massiven Drahtleiter wird bei einem Litzenleiter der sogenannte Skin-Effekt vermieden, so dass höhere Frequenzen und damit höhere Leistungen induktiv übertragen werden können.

Bevorzugt umfasst mindestens eine der Deckplatten mindestens eine Materialausparung zur Aufnahme mindestens einer Zusatzkomponente, insbesondere eines Ferritkerns, eines elektronischen Bauelements und/oder einer elektrischen Schaltung. Weiter ist bei einer Verlegung des Produktes mit den Deckplatten zweckmäßigerweise vorgesehen, dass die Deckplatten mittels einer Anzahl von Befestigungselementen dauerhaft fixiert sind. Dabei ist vorteilhaft wenigstens eine Teilanzahl der Befestigungselemente zur Bewicklung mit einem weiteren Spulenleiter, insbesondere als Nieten oder als Befestigungsstifte, ausgebildet. Für eine dauerhafte Fixierung an einer Deckplatte ist zweckmäßigerweise vorgesehen, dass in eine der Deckplatten Rillen zur Aufnahme des Spulenleiters eingebracht sind. Darin wird der Spulenleiter insbesondere mittels einer Vergussmasse oder einer Klebmasse fixiert.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

- Fig. 1: Schematisch eine Seitenansicht einer einzelnen Wicklungsvorrichtung in offenem und geschlossenem Zustand,
- Fig. 2: schematisch eine Seitenansicht einer Wicklungsvorrichtung mit parallelen Spulenträgern in offenem und geschlossenem Zustand,
- Fig. 3: eine Vorlage zur Herstellung von Deckplatten und Wickelschablonen,
- Fig. 4: schematisch eine Seitenansicht einer Wickelvorrichtung mit einer Mehrzahl von einer Welle aufgeschobenen Spulenträgern,
- Fig. 5: schematisch eine Draufsicht auf eine Wickelvorrichtung mit Aussparungen zur Fixierung und Kontrolle des Wickelbildes,
- Fig. 6: eine Teilansicht einer gewickelten Flachspule,
- Fig. 7 eine Aufsicht auf eine Deckplatte einer Wicklungsvorrichtung,
- Fig. 8 eine Aufsicht auf eine Wicklungsvorrichtung, die zur Verlegung mit den Deckplatten am Einsatzort vorgesehen ist,
- Fig. 9 eine Aufsicht auf eine Deckplatte einer Wicklungsvorrichtung mit einer Zusatzspule und
- Fig. 10 einen Querschnitt durch eine Deckplatte mit Rillen, in der der Spulenleiter verlegt und fixiert ist.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Seitenansicht einer flexiblen Wickelvorrichtung 1 zur Wicklung von Flachspulen unterschiedlicher Geometrien. Die Wickelvorrichtung 1 ist gemäß Fig. 1 a) in einem offenen Zustand und gemäß Fig. 1 b) in einem geschlossenen Zustand dargestellt. Die Wickelvorrichtung 1 umfasst eine erste Deckplatte 2 und eine zweite Deckplatte 3, zwischen denen eine separate austauschbare Wickelschablone 4 aufgenommen werden kann. In Fig. 1 ist weiter die Wickelachse 6 mit eingezeichnet, um die die Aufwicklung eines Spulenleiters zur herzustellenden Flachspule erfolgt. Die Wicklung erfolgt entlang des Umfangs der Wickelschablone 4, der in der Seitenansicht als gezeichnetes Rechteck mit einer Dicke d erscheint. Die Wickelschablone 4 weist senkrecht zur Zeichenebene ersichtlich eine Querschnittsfläche auf, die gegenüber den Querschnittsflächen der Deckplatten 2, 3 verringert ist. Es resultieren an der jeweiligen Innenseite der Deckplatten 2, 3 überstehende Abschnitte 9, die nicht von der Wickelschablone 4 abgedeckt werden.

Vor Beginn des Wickelverfahrens werden die beiden Deckplatten 2, 3 unter Zwischenlage der Wickelschablone 4 mittels einer Spannvorrichtung 8, die schematisch dargestellt ist, miteinander verspannt. Der resultierende geschlossene Zustand ist aus Fig. 1 b) ersichtlich. Im Ergebnis ergibt sich um die Wickelschablone 4 zwischen den überstehenden Abschnitten 9 der Deckplatten 2, 3 ein Wickelraum 12, wobei die überstehenden Abschnitte 9 als seitliche Abstützflächen 10 wirken. Durch eine Rotation der gezeigten Vorrichtung 1 um die Wickelachse 6 kann eine Flachspule unter radialer Zufuhr eines Spulenleiters entlang des Umfangs der Wickelschablone 4 aufgewickelt werden. Dabei ist die Dicke d der Wickelschablone 4 entsprechend dem Durchmesser des aufzuwickelnden Spulenleiters gewählt, so dass beim Aufwickeln ein Überkreuzen von einzelnen Wicklungsbahnen nicht möglich ist. Die Aufwicklung kann unter einer Vorspannung des Spulenleiters geschehen, was zu einer hohen Prozesssicherheit führt.

Durch Austausch der Wickelschablone 4 kann eine Flachspule anderer Geometrie hergestellt werden. Dazu weisen die Wickelschablonen 4 jeweils andere Querschnittsformen auf und sind beispielsweise rund, rechteckig, oval etc. geformt.

In Fig. 2 ist schematisch wiederum in einer Seitenansicht eine Wickelvorrichtung 11 zur parallelen Herstellung mehrerer Flachspulen dargestellt. Fig. 2 a) zeigt hierbei wiederum den offenen und Fig. 2 b) den geschlossenen Zustand der Vorrichtung 11.

Die Wickelvorrichtung 11 umfasst zusätzlich zu den bereits benannten Deckplatten 2, 3 eine weitere, dritte Deckplatte 14. Zwischen jeweils zwei der Deckplatten 2, 3 bzw. 3, 14 ist jeweils eine Wickelschablone 4 eingelegt. Im geschlossenen Zustand gemäß Fig. 2 b) sind die drei Deckplatten 2, 3, 14 und die beiden Wickelschablonen 4 gemeinsam mittels einer Spannvorrichtung 8 gegeneinander verspannt. Es resultieren zwei Wickelräume 12, wobei die Form der im jeweiligen Wickelraum gewickelten Flachspule durch die jeweils eingesetzte Wickelschablone 4 gegeben ist.

Werden gleiche Wickelschablonen 4 eingesetzt, so können parallel zwei gleiche Flachspulen gewickelt werden. Unterscheiden sich die Wickelschablonen 4 in ihren Querschnitts- bzw. Umfangsformen, so werden parallel zwei verschiedene Flachspulen gewickelt. Durch Einsatz von Wickelschablonen 4, die sich in ihrer Dicke d unterscheiden, können parallel zwei Flachspulen verschiedener Dicke mit unterschiedlichen Spulenleitern hergestellt werden.

In Fig. 3 ist ein Schablonenmuster dargestellt, das die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Formgebung bzw. Herstellung von Deckplatten 2, 3 oder Wickelschablonen 4 zeigt.

Durch den äußeren Kreis des Schablonenmusters ist beispielsweise eine Deckplatte 2 gegeben, wie sie in den Fig. 1 und 2 in Seitenansicht dargestellt ist. Aus der Deckplatte 2 können beispielsweise wie eingezeichnet Aussparungen 16 ausgestanzt werden, die später einen Zugang zum Wickelbild ermöglichen. Über diese Aussparungen 16 wird es möglich, in der aufgewickelten Flachspule die einzelnen Windungen zueinander lokal zu fixieren. Dazu wird über die Aussparungen 16 nach erfolgter Wicklung beispielsweise ein Fixiermittel eingeführt und ausgehärtet. Im Schablonenmuster gemäß Fig. 3 sind eine Reihe von Aussparungen 16 einge-

zeichnet, die insbesondere Zugang zu einer im Wesentlichen rechteckigen Spule ermöglichen würden.

In der Mitte des Schablonenmusters gemäß Fig. 3 ist eine Zentralöffnung 17 vorgesehen, die sowohl für die Deckplatte 2 als auch für weiter angefertigte Wickelschablonen 4 vorgesehen ist. Als Wickelschablonen 4 sind eine rechteckige Schablone 4 a), eine rechteckige Schablone mit zwei angeschrägten Ecken 4 b), eine kleinere rechteckige Schablone 4 c) und eine runde Schablone 4 d) aufgezeichnet.

Das Schablonenmuster gemäß Fig. 3 führt die Einfachheit der zur Wicklung angegebenen Vorrichtung vor Augen. Zur Herstellung von Flachspulen verschiedener Geometrien wird schlicht jeweils die Form der Wickelschablone 4 angepasst. Wird ein Spulenleiter anderen Durchmessers gewickelt, so wird die Wickelschablone 4 aus einem Material entsprechend veränderter Dicke gefertigt. Aus Fig. 3 wird auch ersichtlich, dass die Deckfläche 20 der Deckplatte 2 gegenüber der Schablonenfläche 21 der Wickelschablonen 4 vergrößert ist, so dass sich zwischen zwei benachbarten Deckplatten 2, 3 um die eingelegte Wickelschablone 4 seitliche Abstützflächen 10 entsprechend Fig. 1 und 2 ergeben. Im Inneren des Schablonenmusters sind Ausnehmungen 19 aufgezeichnet. Über diese Ausnehmungen 19 kann vor dem Einspannen der Wickelschablone 4 mindestens ein Ende des zu wickelnden Spulenleiters herausgeführt werden, so dass das Ende vor dem Wickelbeginn fixiert ist oder an der Außenseite fixiert wird.

In Fig. 4 ist eine Wickelvorrichtung 22 in einer Seitenansicht dargestellt, die die parallele Wicklung von insgesamt sieben Flachspulen ermöglicht. Auf einer Welle 24 sind insgesamt acht Deckplatten 2 in axialer Richtung aufgeschoben, wobei sich zwischen jeweils benachbarten Deckplatten 2 jeweils eine Wickelschablone 4 befindet.

Es wird ersichtlich, dass sich durch Antrieb der gemeinsamen Welle 24 in einem einzigen parallelen Prozessschritt mehrere Flachspulen parallel herstellen lassen, gegebenenfalls auch mit unterschiedlicher Geometrie. Dabei können sich die pa-

parallel hergestellten Flachspulen hinsichtlich ihrer Form und/oder hinsichtlich ihrer Dicke unterscheiden, wobei verschiedene Wickelschablonen 4 zwischen die jeweiligen Deckplatten 2 eingelegt sind. Durch den modularen Aufbau der Vorrichtung 22 wird es möglich, das Wickelwerkzeug in einfacher Art und Weise an die gewünschten Liefermengen an Flachspulen anzupassen. Über das axiale Aufschieben auf eine gemeinsame Welle 24 erfolgt zugleich eine Zentrierung der einzelnen Bauteile. Die gestapelten Bauteile können durch eine gemeinsame Spannvorrichtung verspannt und geöffnet werden. Durch Herausziehen der gemeinsamen Welle 24 wird auch in einem einzigen Prozessschritt der parallele Auswurf der fertiggestellten Flachspulen ermöglicht.

Fig. 5 zeigt eine Wickelvorrichtung 1 gemäß Fig. 1 zur Aufwicklung einer Flachspule in einer Draufsicht. Die Deckplatten 2, 3 und die Wickelschablone 4 sind über eine Zentralöffnung axial einer Welle 24 aufgeschoben. Lediglich die erste Deckplatte 2 ist in Fig. 5 erkennbar. Die Deckplatte 2 weist insgesamt sechs Aussparungen 16 auf, die einen Zugang zum Wickelbild der Flachspule ermöglichen. Über diese Aussparungen 16 wird nach erfolgter Wicklung ein Fixiermittel eingebracht und ausgehärtet, so dass die Flachspule lokal stabilisiert ist.

Zur Aufwicklung der Flachspule rotiert die Welle 24 mit den aufgesetzten Deckplatten 2, 3 einschließlich der Wickelschablone 4 in der gezeigten Richtung. Aus radialer Richtung werden gemeinsam ein Spulenleiter 25 sowie ein Blinddraht 26 zugeführt. Auf dem Umfang der Wickelschablone 4 entsteht eine Flachspule, deren Form durch die Umfangsform der Wickelschablone 4 vorgegeben ist.

Die Flachspule 28 weist entsprechend dem Wickelbild 27 in radialer Richtung eine abwechselnde Folge aus Spulenleiter 25 und Blinddraht 26 auf. Der Spulenleiter 25 ist beispielsweise als ein Litzenleiter mit Isolierhülle gegeben. Als Blinddraht 26 ist beispielsweise ein nicht-metallischer Abstandshalter vorgegeben. Durch den Blinddraht 26 kann sowohl der Abstand benachbarter Spulenleiter 25 definiert als auch eine verbesserte Wärmeabfuhr aus der resultierenden Flachspule 28 während des Betriebs ermöglicht werden.

In Fig. 6 ist sehr schematisch der Aufbau einer fertiggestellten Flachspule 28 dargestellt. Die gezeigte Flachspule 28 ist durch gemeinsames Aufwickeln eines Spulenleiters 25 und eines Blinddrahts 26 aus Kunststoff entstanden. In radialer Richtung der Flachspule 28 wechseln sich Spulenleiter 25 und Blinddraht 26 ab.

Die gezeigte Flachspule 28 weist mehrere Wicklungsumläufe auf und ist in rechteckiger Form hergestellt.

In Fig. 7 ist eine Aufsicht auf eine untere Deckplatte 3 einer Wicklungsvorrichtung dargestellt. Das fertige Produkt, also die hergestellte Flachspule, wird hierbei am Einsatzort gemeinsam mit der dargestellten unteren Deckplatte 3 verlegt. Die untere Deckplatte 3 weist eine Anzahl von Materialaussparungen 30 auf. In diese „Formnester“ werden Zusatzkomponenten 31 eingelegt. Solche Zusatzkomponenten sind z.B. Elektronikbauteile, elektrische Schaltkreise etc. oder Magnetelemente wie Ferritkerne. Letztere dienen der Gestaltung des Magnetfeldes am Einsatzort der Flachspule.

In Fig. 8 ist ein komplett montiertes Produkt mit beiden Deckplatten 2, 3 und einer um die aufgenommene Wickelschablone gewickelte Flachspule dargestellt. Das Produkt wird komplett wie dargestellt am Einsatzort verbaut. Die zur Fixierung der Wicklungen der Flachspule vorgesehenen Aussparungen 16 sind gut sichtbar. Zu einer dauerhaften Fixierung der beiden Deckplatten 2, 3 zueinander sind Befestigungselemente 32 vorgesehen, die in Form von die Deckplatten 2,3 durchsetzenden Stiften und/oder Nieten ausgebildet sind.

Gemäß Fig. 9, die die untere Deckplatte 3 des in Fig. 8 dargestellten Produktes zeigt, ist im Inneren die Flachspule 28 gewickelt. Zusätzlich ist zum Aufbau eines Gegenfeldes um eine Teilanzahl der Befestigungselemente 32 ein weiterer Spulenleiter 34 in Form einer rechteckigen Spule gewickelt.

Fig. 10 zeigt einen Querschnitt durch eine Deckplatte 3, die Rillen 36 zur Verlegung der Wicklungen des Spulenleiters 25 aufweist. Die Wicklungen sind hierbei in den Rillen 36 mittels einer Verguss- und/oder Klebmasse 38 fixiert. Zum Auf-

bringen der Verguss- und/oder Klebmasse 38 ist eine entsprechend ausgestaltete Düse 37 vorgesehen.

Bezugszeichenliste

- 1 Wickelvorrichtung
- 2 Deckplatte
- 3 Deckplatte
- 4 Wickelschablone
- 4a-d Wickelschablonen
- 6 Wickelachse
- 8 Spannvorrichtung
- 9 überstehende Abschnitte
- 10 Abstützflächen
- 11 Wickelvorrichtung
- 12 Wickelraum
- 14 Deckplatte
- 16 Aussparungen
- 17 Zentralöffnung
- 19 Öffnung
- 20 Deckfläche
- 21 Schablonenfläche
- 22 Wickelvorrichtung
- 24 Welle
- 25 Spulenleiter
- 26 Blinddraht
- 27 Wickelbild
- 28 Flachspule
- 30 Materialaussparung
- 32 Befestigungselement
- 34 weiterer Spulenleiter
- 36 Rille
- 37 Düse
- 38 Vergussmasse

Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von im Wesentlichen zweidimensionalen Flachspulen (28), wobei wenigstens zwei Deckplatten (2, 3) mit einer jeweiligen Deckfläche (20) und eine Wickelschablone (4) mit einer zu den Deckflächen (20) kleineren Schablonenfläche (21) bereitgestellt werden, wobei die Wickelschablone (4) zwischen den beiden Deckplatten (2, 3) lösbar eingespannt wird, so dass durch überstehende Abschnitte (9) der Deckplatten (2, 3) zumindest abschnittsweise seitliche Abstützflächen (10) gebildet sind, wobei entlang des Umfangs der Wickelschablone (4) zwischen den Deckplatten (2, 3) ein Spulenleiter (25) zur Geometrie der Flachspule (28) aufgewickelt wird, und wobei die aufgewickelten Spulenleiter (25) über Aussparungen (16) in wenigstens einer der Deckplatten (2, 3) hindurch lokal zueinander fixiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Deckplatten (2, 3) unter Freigabe der Wickelschablone (4) voneinander gelöst werden, und wobei die lokal fixierten Spulenleiter (25) als Flachspule (28) entnommen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die axiale Dicke der Wickelschablone (4) entsprechend dem Durchmesser des zu wickelnden Spulenleiters (25) gewählt ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Deckplatten (2, 3) und die Wickelschablone (4) mittels einer jeweiligen Zentralöffnung (17) einer Welle (24) aufgesetzt und auf der Welle (24) in axialer Richtung miteinander verspannt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei zum Aufwickeln des Spulenleiters (25) die Welle (24) rotiert.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Ende des Spulenleiters (25) vor dem Einspannen der Wickelschablone (4) durch eine Öffnung (19) durch eine der Deckplatten (2, 3) hindurch von innen nach außen geführt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Spulenleiter (25) und ein Blinddraht (26) radial aufeinanderliegend gemeinsam aufgewickelt werden, so dass sich in der Flachspule (28) in radialer Richtung Spulenleiter (25) und Blinddraht (26) abwechseln.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere Wickelschablonen (4) zwischen zwei Deckplatten (2, 3) und durch jeweils eine Deckplatte (14) voneinander getrennt miteinander verspannt werden, und wobei gleichzeitig mehrere Spulenleiter (25) auf den mehreren Wickelschablonen (4) zu mehreren Flachspulen (28) gewickelt werden.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in mindestens eine Materialaussparung (30) in mindestens einer der Deckplatten (2, 3) mindestens eine Zusatzkomponente (31), insbesondere ein Ferritkörper, ein Elektronikbauteil und/oder eine elektrische Schaltung, eingelegt wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Deckplatten (2, 3) zueinander mit einer Anzahl von Befestigungselementen (32) dauerhaft fixiert werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10,

wobei ein weiterer Spulenleiter (34) wenigstens um eine Teilanzahl der Befestigungselemente (32) gewickelt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Querschnitt des Spulenleiters (25) vor dem Aufwickeln oder während des Aufwickelns lokal verformt wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Spulenleiter (25) in Rillen (36) wenigstens einer der Deckplatten (2, 3) verlegt und dort fixiert wird.
14. Vorrichtung (1, 11, 22) zur Wicklung von Flachspulen (28), umfassend wenigstens zwei Deckplatten (2, 3) mit einer jeweiligen Deckfläche (20), eine Wickelschablone (4) mit einer zur Deckfläche (20) kleineren Schablonenfläche (21) und eine Spannvorrichtung (8) zum Einspannen der Wickelschablone (4) zwischen die beiden Deckplatten (2, 3), wobei in wenigstens einer der Deckplatten (2, 3) lokal Aussparungen (16) eingebracht sind.
15. Vorrichtung (1, 11, 22) nach Anspruch 14, wobei die axiale Dicke der Wickelschablone (4) dem Durchmesser eines zu wickelnden Spulenleiters (25) entspricht.
16. Vorrichtung (1, 11, 22) nach Anspruch 14 oder 15, wobei die Deckplatten (2, 3) und die Wickelschablone (4) jeweils eine mittige Zentralöffnung (17) aufweisen, und wobei weiter eine Welle (24) umfasst ist, auf die die Deckplatten (2, 3) und die Wickelschablone (4) mit ihrer jeweiligen Zentralöffnung (17) axial aufnehmbar sind.
17. Vorrichtung (1, 11, 22) nach Anspruch 16, wobei ein Antrieb für die Welle (24) umfasst ist.
18. Vorrichtung (1, 11, 22) nach einem der Ansprüche 14 bis 17,

wobei eine der Deckplatten (2, 3) zumindest eine Öffnung (19) zur Durchführung eines Endes des Spulenleiters (25) umfasst.

19. Vorrichtung (1, 11, 22) nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei mehrere der Wickelschablonen (4) und mehrere der Deckplatten (2, 3, 14) umfasst sind, und wobei die Spannvorrichtung (8) zum Einspannen der mehreren Wickelschablonen (4) zwischen den mehreren Deckplatten (2, 3, 14) ausgebildet ist.
20. Vorrichtung (1, 11, 22) nach den Ansprüchen 14 und 19, wobei die Welle (24) zur axialen Aufnahme der mehreren Wickelschablonen (4) und der mehreren Deckplatten (2, 3, 14) ausgebildet ist.
21. Vorrichtung (1, 11, 22) nach einem der Ansprüche 14 bis 20, wobei die Deckplatten (2, 3) und/oder die Wickelschablonen (4) jeweils mit einer Antihafbeschichtung für den zu wickelnden Spulenleiter (25) versehen sind.
22. Vorrichtung (1, 11, 22) nach einem der Ansprüche 14 bis 21, wobei in mindestens eine der Deckplatten (2, 3) mindestens eine Materialaussparung (30) zur Aufnahme mindestens einer Zusatzkomponente (31), insbesondere eines Ferritkerns, eines elektronischen Bauelements und/oder einer elektrischen Schaltung, eingebracht ist.
23. Vorrichtung (1, 11, 22) nach einem der Ansprüche 14 bis 22, wobei die Deckplatten (2, 3) mittels einer Anzahl von Befestigungselementen (32) dauerhaft fixiert sind.
24. Vorrichtung (1, 11, 22) nach Anspruch 23, wobei wenigstens eine Teilanzahl der Befestigungselemente (32) zur Bewicklung mit einem weiteren Spulenleiter (34), insbesondere als Nieten oder als Befestigungsstifte, ausgebildet ist.

25. Vorrichtung (1, 11, 22) nach einem der Ansprüche 14 bis 24, wobei in eine der Deckplatten (2, 3) Rillen (36) zur Aufnahme des Spulenleiters (25) eingebracht sind.

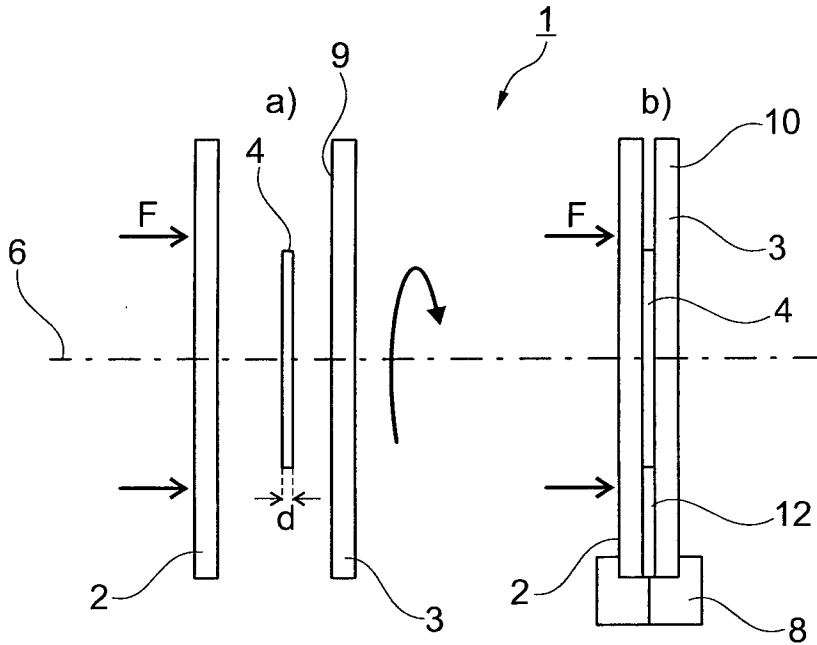


Fig. 1

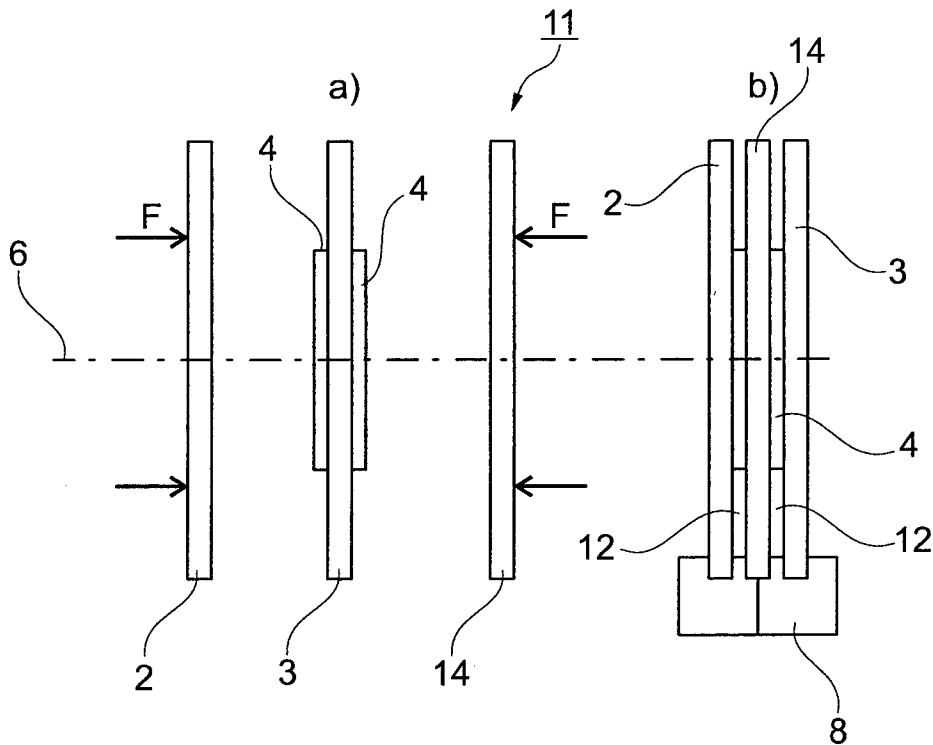


Fig. 2

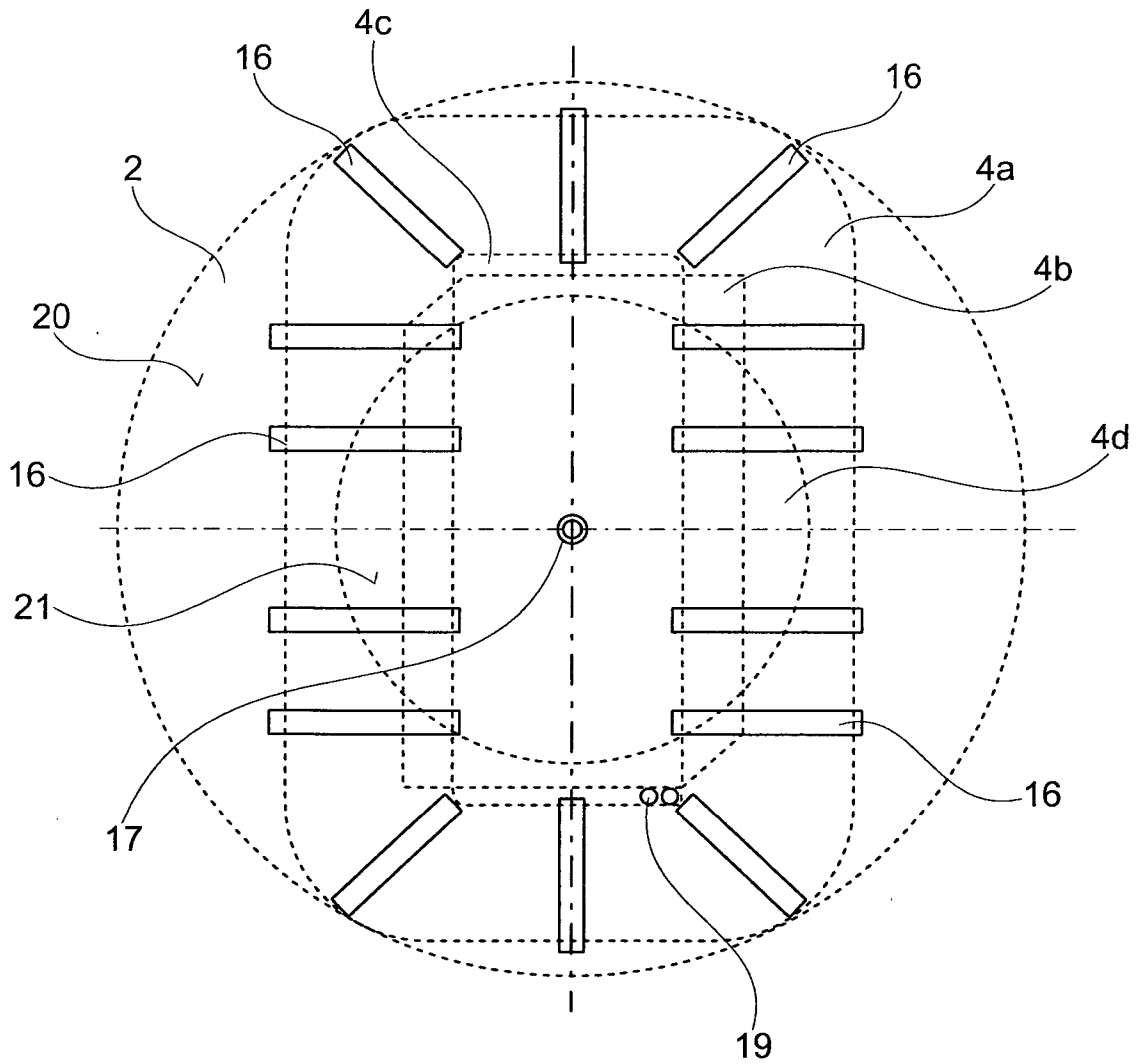


Fig. 3

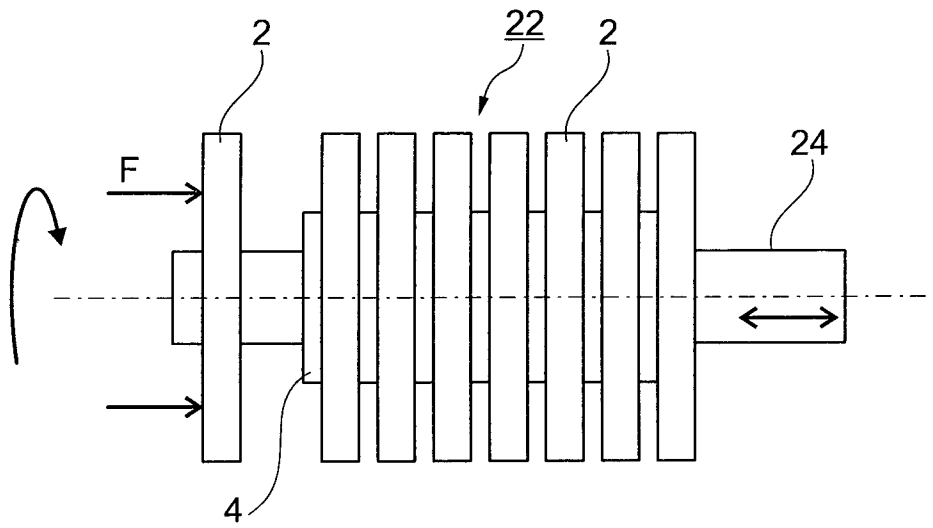


Fig. 4

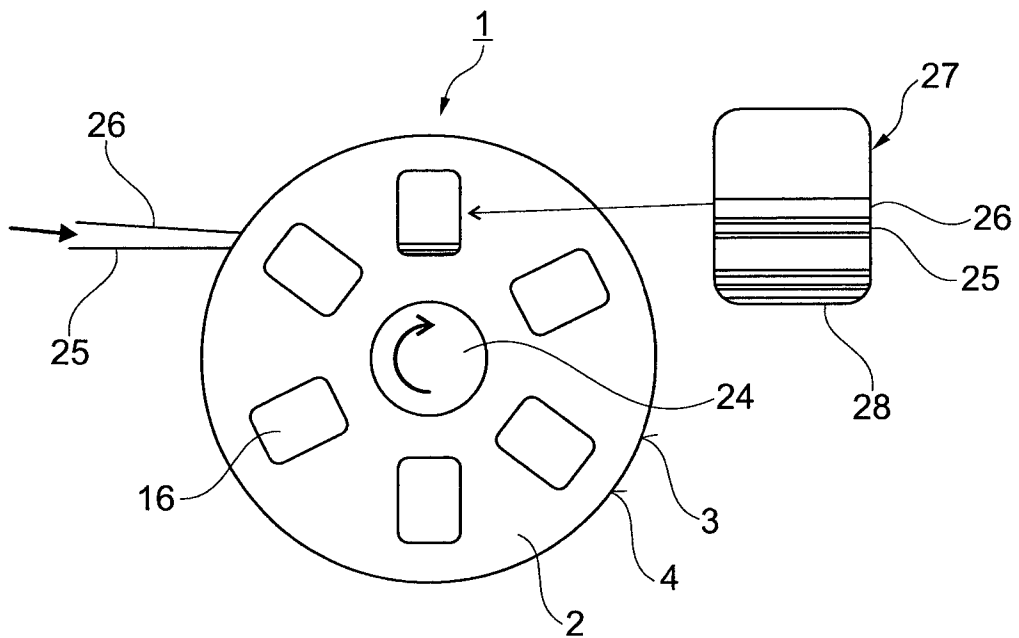


Fig. 5

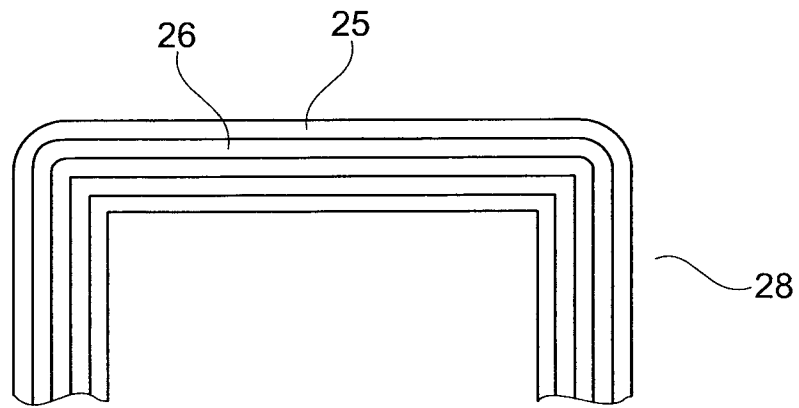


Fig. 6

5/6

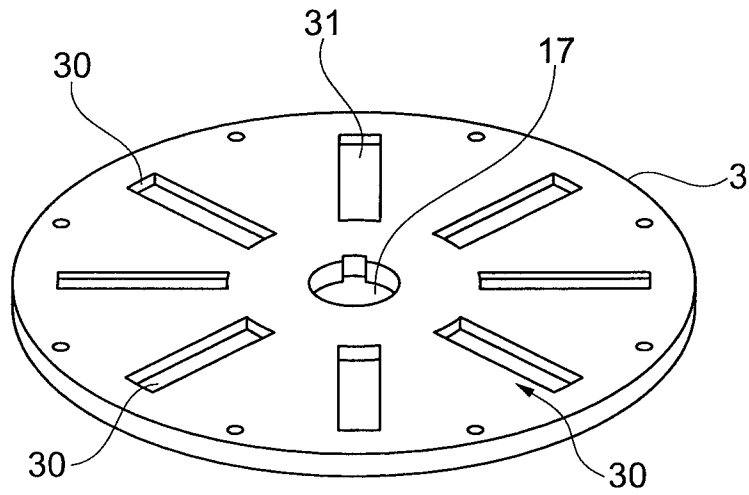


Fig. 7

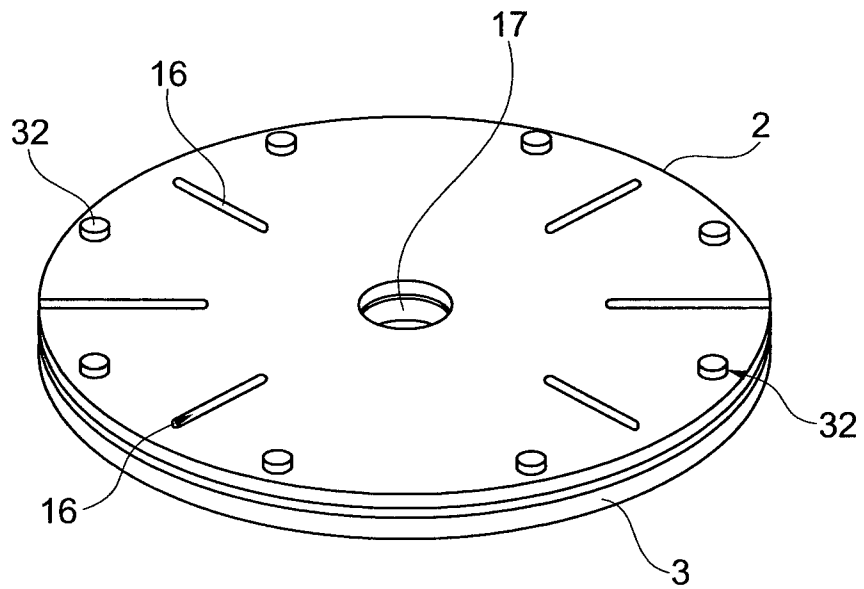


Fig. 8

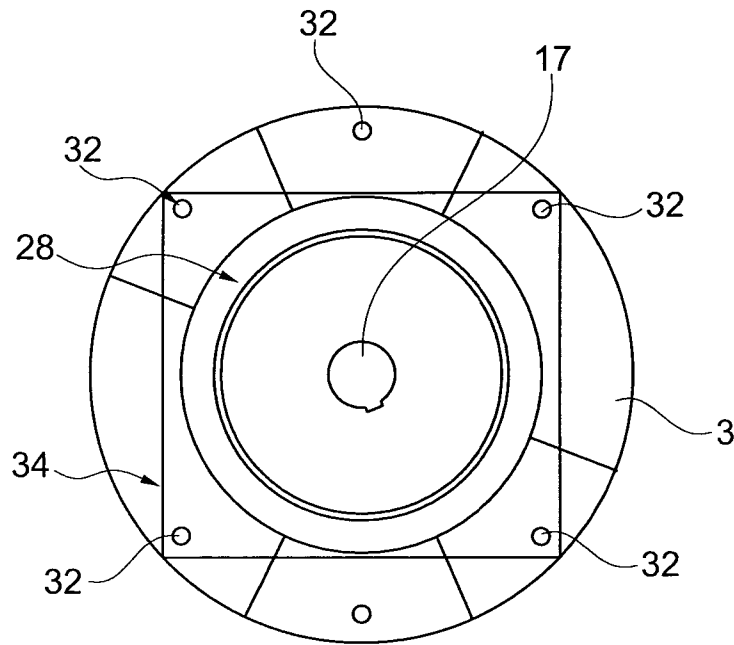


Fig. 9

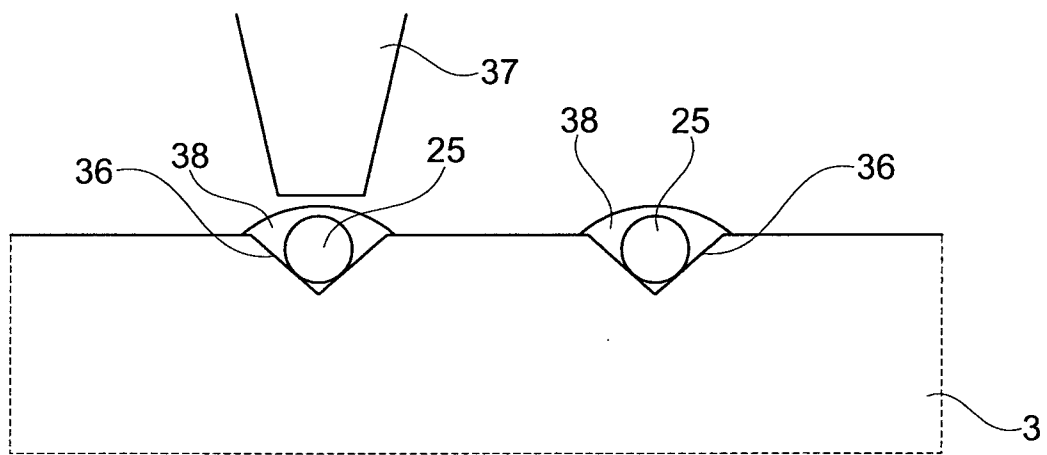


Fig. 10