

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 715/2012
(22) Anmeldetag: 27.06.2012
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2014

(51) Int. Cl.: **H01F 5/02** (2006.01)
H02K 3/00 (2006.01)

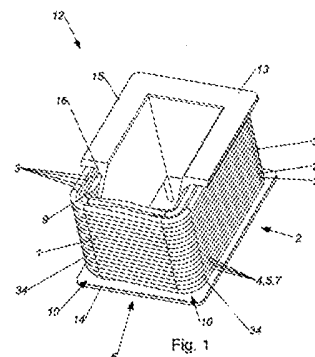
(56) Entgegenhaltungen:
DE 102011010682 B3
EP 2387045 A1
WO 2003005382 A1
WO 2011015606 A1
CN 102109056 A

(71) Patentanmelder:
EGSTON SYSTEM ELECTRONICS EGGEN-
BURG GMBH
EGGENBURG (AT)

(74) Vertreter:
GIBLER & POTH PATENTANWÄLTE OG
WIEN

(54) **Spulenwicklung**

(57) Bei einer Spulenwicklung (1) umfassend wenigstens einen Lagenwicklungsbereich (2) mit Wicklungslagen (3) wird vorgeschlagen, dass die Spulenwicklung (1) wenigstens zwei in Windungen (4) angeordnete Wickeldrähte (5) aufweist, und dass im wenigstens einen Lagenwicklungsbereich (2) in jeder Wicklungslage (3) jede Windung (4) eines der Wickeldrähte (5) in einer vorgebbaren Anordnung benachbart zu einer Windung (4) eines anderen der Wickeldrähte (5) angeordnet ist.



Z U S A M M E N F A S S U N G

Bei einer Spulenwicklung (1) umfassend wenigstens einen Lagenwicklungsbereich (2) mit Wicklungslagen (3) wird vorgeschlagen, dass die Spulenwicklung (1) wenigstens zwei in Windungen (4) angeordnete Wickeldrähte (5) aufweist, und dass im wenigstens einen Lagenwicklungsbereich (2) in jeder Wicklungslage (3) jede Windung (4) eines der Wickeldrähte (5) in einer vorgebbaren Anordnung benachbart zu einer Windung (4) eines anderen der Wickeldrähte (5) angeordnet ist.

(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft eine Spulenwicklung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Spulenwicklungen sind wichtige Bestandteile von Standardbauelementen der Elektrotechnik, wie beispielsweise Spulenanordnungen. Spulenwicklungen können beispielsweise als Induktivität in einem elektrischen Schaltkreis, als Messaufnehmer, in einem Transformator oder als Aktuator in einem Elektromotor wirken, um nur einige Beispiele zu nennen. Eine Spulenwicklung besteht aus einem aufgewickelten und isolierten elektrischen Leiter, beispielsweise einem Draht oder einer Litze. Besonders bei einem Einsatz einer Spulenwicklung in einem Elektromotor hat die Qualität und die Wickeltechnik der Spulenwicklung einen großen Einfluss auf die Eigenschaften des Elektromotors. Bei einem Elektromotor ist beispielsweise ein hoher Füllfaktor in den Wicklungsnuten des Magnetkernes wichtig, um die Länge der magnetischen Schleife durch den Magnetkern möglichst gering zu halten, und damit eine hohe Leistungsdichte des Elektromotors zu erreichen.

Ein besonders hoher Füllfaktor kann durch eine Lagenwicklung erreicht werden, bei welcher die Spulenwicklung Lagenwicklungsbereiche mit einem besonders hohen Füllfaktor aufweist, da im Lagenwicklungsbereich die Windungen der Oberwicklung in den Tälern der Unterwicklung angeordnet werden können.

Nachteilig an derartige Spulenwicklungen ist, dass sich bei hohen Betriebsfrequenzen, wie sie beispielsweise bei Elektromotoren mit hoher Umdrehungszahl auftreten, Wirbelströme bilden, welche den faktisch hohen Füllfaktor wieder zunichte machen, wodurch die Leistungsdichte der Spulenwicklung und damit des Elektromotors bei hohen Betriebsfrequenzen eingeschränkt ist. Dieser Effekt ist auch unter den Namen Skineffekt bekannt. Bei einer höheren Umdrehungszahl kann allerdings ein Elektromotor bei gleicher Größe eine höhere Leistung abgeben, weshalb höhere Betriebsfrequenzen vorteilhaft sind.

Aufgabe der Erfindung ist es daher eine Spulenwicklung der eingangs genannten Art anzugeben, mit welcher die genannten Nachteile vermieden werden können, und welche auch bei hoher Betriebsfrequenz einen hohen Wirkungsgrad aufweisen.

wodurch die Ansprüche an dieser Stelle durch Bezugnahme in die Beschreibung eingefügt sind und als wörtlich wiedergegeben gelten.

Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigeschlossenen Zeichnungen, in welchen lediglich bevorzugte Ausführungsformen der Spulenwicklung, welche in den Zeichnungen einen Teil einer Spulenanordnung oder eines elektrischen Bauteils bilden, beispielhaft dargestellt sind, näher beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine erste bevorzugte Ausführungsform einer Spulenwicklung, die um einen Spulenträger gewickelt, und damit Teil einer ersten bevorzugten Ausführungsform einer Spulenanordnung ist, in axonometrischer Darstellung, wobei der Spulenträger teilweise aufgeschnitten dargestellt ist;

Fig. 2 die erste bevorzugte Ausführungsform der Spulenanordnung in einem ersten unfertigen Zustand;

Fig. 3 die erste bevorzugte Ausführungsform der Spulenanordnung im ersten unfertigen Zustand aus Fig. 2 von der Rückseite;

Fig. 4 die erste bevorzugte Ausführungsform der Spulenanordnung in einem zweiten unfertigen Zustand;

Fig. 5 die erste bevorzugte Ausführungsform der Spulenanordnung aus Fig. 4 aus einer anderen Perspektive;

Fig. 6 die erste bevorzugte Ausführungsform der Spulenanordnung in einem dritten unfertigen Zustand;

Fig. 7 die erste bevorzugte Ausführungsform der Spulenanordnung in einem vierten unfertigen Zustand;

Fig. 8 die erste bevorzugte Ausführungsform der Spulenanordnung aus Fig. 7 aus einer anderen Perspektive;

Fig. 9 die erste bevorzugte Ausführungsform der Spulenanordnung in einem fünften unfertigen Zustand;

Fig. 10 einen Schnitt durch den Anfang eines Lagensprungbereiches einer zweiten

bevorzugten Ausführungsform der Spulenordnung in einem unfertigen Zustand;

Fig. 11 einen Schnitt durch das Ende des Lagensprungbereiches aus Fig. 10 der zweiten bevorzugten Ausführungsform der Spulenordnung;

Fig. 12 schematisch die Form der Spulenwicklungsinnenseite einer dritten bevorzugten Ausführungsform der Spulenordnung;

Fig. 13 schematisch die Form der Spulenwicklungsinnenseite einer vierten bevorzugten Ausführungsform der Spulenordnung;

Fig. 14 eine erste bevorzugte Ausführungsform eines elektrischen Bauteils mit einer Spulenwicklung in Draufsicht;

Fig. 15 einen Schnitt durch die Mitte der ersten bevorzugte Ausführungsform eines elektrischen Bauteils in Fig. 14; und

Fig. 16 einen Schnitt durch eine zweite bevorzugte Ausführungsform eines elektrischen Bauteils mit mehreren Spulenwicklungen.

Die Fig. 1 bis 13 zeigen bevorzugte Ausführungsformen einer Spulenordnung 12 und einer Spulenwicklung 1. Die Spulenwicklung umfasst wenigstens einen Lagenwicklungsbereich 2 mit Wicklungslagen 3, wobei die Spulenwicklung 1 wenigstens zwei in Windungen 4 angeordnete Wickeldrähte 5 aufweist. Die Spulenwicklung 1 ist ein Bauelement aus dem Gebiet der Elektrotechnik und umfasst Wickeldrähte 5, welche in Windungen 4 aufgewickelt sind. Beim Wickeln der Spulenwicklung 1 wird hierbei für jeden Wickeldraht 5 bei einer Drehung der Spulenwicklung 1 um 360° eine Windung 4 dieses Wickeldrahtes 5 erzeugt. Durch die Aneinanderreihung mehrerer Windungen 4 über die gesamte Höhe der Spule kann eine, insbesondere lückenfreie, Wicklungslage 3 gezeugt werden. Die Spulenwicklung kann insbesondere eine Vielzahl an Wicklungslagen 3 aufweisen, also mehrlagig sein.

Der Wickeldraht 5 ist hierbei ein länglicher elektrischer Leiter, insbesondere aus Metall, bevorzugt Kupfer, Aluminium und/oder Silber, welcher als einstückiger Draht oder als Litzendraht mit Einzellitzen ausgebildet sein kann, wobei der Wickeldraht 5 über eine Isolation, beispielsweise eine isolierende Lackschicht,

verfügen kann.

Der gewickelte Wickeldraht 5 bildet hierbei eine Leiterwicklung, welche bei Durchfluss von elektrischem Strom ein Magnetfeld erzeugt, wobei die Stärke des Magnetfelds der Summe der Magnetfelder der einzelnen Windungen 4 entspricht. Der Querschnitt der Wickeldrähte 5 kann insbesondere kreisförmig sein, wobei die Wickeldrähte 5 dann als Runddrähte ausgebildet sind. Die Wickeldrähte 5 können aber auch gemäß nicht dargestellten Ausführungsformen einen elliptischen, hexagonalen oder quadratischen oder andersartig geformten Querschnitt aufweisen.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass alle Wickeldrähte 5 den gleichen Querschnitt und Wickeldrahtdurchmesser aufweisen. Der Wickeldrahtdurchmesser ist bei einem als Runddraht ausgebildeten Wickeldraht 5 der Durchmesser des Wickeldrahtes 5. Bei einem anders geformten Wickeldraht 5 kann der Wickeldrahtdurchmesser als der mittlere Abstand der Mittelpunkte benachbarter Windungen 4 angesehen werden.

Im wenigstens einem Lagenwicklungsbereich 2 sind die Wickeldrähte 5 als Lagenwicklung angeordnet, wobei sich die einzelnen Windungen 4 im Lagenwicklungsbereich 2 nicht überkreuzen. In einer Lagenwicklung, also im Lagenwicklungsbereich 2, sind die Windungen 4 in übereinanderliegenden Wicklungslagen 3 angeordnet, wobei insbesondere die Windungen 4 einer darüberliegenden Wicklungslage 3 in den Tälern zwischen den Windungen 4 der darunterliegenden Wicklungslage 3 angeordnet sein können, wodurch die Windungen 4 - im Querschnitt gesehen - eine bienenwabenartige Struktur bilden. In einem Lagenwicklungsbereich 2 kann bei Runddrähten ein Füllfaktor von über 85% erreicht werden.

Insbesondere können alle Wickeldrähte 5 im Lagenwicklungsbereich 2 im Wesentlichen parallel sein, wobei sich in einem Querschnitt betrachtet die Anordnung der Windungen 4 in einem Lagenwicklungsbereich 2 im gesamten Lagenwicklungsbereich im Wesentlichen gleich bleibt.

Der Gegensatz zur Lagenwicklung bildet die wilde Wicklung, bei welcher keine

Wicklungslagen 3 zu erkennen sind. Bei einer wilden Wicklung ist der Füllfaktor wesentlich geringer.

Vorgesehen ist, dass im wenigstens einen Lagenwicklungsbereich 2 in jeder Wicklungslage 3 jede Windung 4 eines der Wickeldrähte 5 in einer vorgebbaren beziehungsweise vorgegebenen Anordnung benachbart zu einer Windung 4 eines anderen der Wickeldrähte 5 angeordnet ist. Das bedeutet mit anderen Worten beschrieben, dass die wenigstens zwei Wickeldrähte 5 ineinander gewickelt sind, und dass nicht lediglich mehrere Spulenwicklungen 1 mit unterschiedlichen Wickeldrähten 5 übereinander oder nebeneinander gewickelt sind.

Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass elektrische Bauteile 20 mit Spulenwicklungen 1 auch bei großer Betriebsfrequenz und mit hohem Wirkungsgrad betrieben werden können. Durch die Verwendung mehrerer Wickeldrähte 5 in einer Lagenwicklung kann ein hoher Füllfaktor erreicht werden, wobei durch die Verwendung mehrerer Wickeldrähte 5 bei gleichem Gesamtquerschnitt geringere Wirbelströme auftreten. Diese Mehrzahl an Wickeldrähte 5 haben dabei im Vergleich zu einem Einzeldraht, welcher den gleichen Querschnitt wie die Summe der Querschnitte der Mehrzahl an Wickeldrähte aufweist, im Wesentlichen den gleichen elektrischen Widerstand bei Gleichstrom. Bei Wechselstrom steigt aber durch den Skineffekt der Widerstand eines großen Einzeldrahtes wesentlich stärker an als bei mehreren Wickeldrähten mit geringen Querschnitt. Dadurch können beispielsweise bei gleicher abgebarer Leistung kleinere Elektromotoren hergestellt werden. Dadurch, dass die Windungen 4 der verschiedenen Wickeldrähte 5 in jeder Wicklungslage 3 nebeneinander angeordnet sind, sind die Wickeldrähte 5 gleichmäßig in der gesamten Spulenwicklung 1 homogen verteilt, sodass herstellungsbedingte Unterschiede in den Eigenschaften der einzelnen Wickeldrähte 5, beispielsweise im elektrischen Widerstand, zu keinen Inhomogenitäten des erzeugten Magnetfelds führen. Dadurch kann eine derartig ausgebildete Spulenwicklung 1 mit besseren Eigenschaften aber bei verhältnismäßig ähnlichem Herstellungsaufwand wie eine herkömmliche Spulenwicklung 1 mit einem einzelnen Wickeldraht 5 mit Lagenwicklungsbereichen 2 hergestellt werden. Dadurch kann eine Spulenwicklung mit verbesserten Eigenschaften bei hohen Betriebsfrequenzen wirtschaftlich hergestellt werden.

Gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform in Fig. 1 bis 11 kann eine

Spulenanordnung 12 umfassend einen Spulenträger 13 und eine Spulenwicklung 1 vorgesehen sein, wobei der Spulenträger 13 eine erste Spulenflanschseite 14, eine der ersten Spulenflanschseite 14 gegenüberliegende zweite Spulenflanschseite 15 und eine zwischen der ersten Spulenflanschseite 14 und der zweiten Spulenflanschseite 15 angeordnete Wickelfläche 16 umfasst, wobei die Spulenwicklung 1 um die Wickelfläche 16 gewickelt ist, und wobei die Spulenwicklung 1 gemäß der hier beschriebenen vorteilhaften Art ausgebildet ist. Die Wickelfläche 16 kann auch als Wicklungsboden bezeichnet werden. Insbesondere kann die Wickelfläche 16 umlaufend ausgebildet sein. Der Begriff Spulenanordnung 12 beschreibt dabei die Kombination der Spulenwicklung 1 und des Spulenträgers 13, um welchen die Spulenwicklung 1 gewickelt ist. Im üblichen technischen Sprachgebrauch wird dabei häufig sowohl die Spulenwicklung 1 als auch die Spulenanordnung 12 als Spule bezeichnet.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Wickelfläche 16 parallel zu der Achse angeordnet ist, um welche die Spulenwicklung 1 gewickelt wird. Diese Achse kann auch als Spulenachse bezeichnet werden.

Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Wickelfläche 16 konusförmig ausgebildet ist.

Weiters kann die erste Spulenflanschseite 14 und/oder die zweite Spulenflanschseite 15 insbesondere orthogonal zu der Spulenachse angeordnet sein.

Alternativ kann vorgesehen sein, dass die erste Spulenflanschseite 14 und/oder die zweite Spulenflanschseite 15 konusförmig ausgebildet sind.

Da die Spulenwicklung 1 vom Spulenträger 13 auch getrennt sein kann, können insbesondere gedachte, insbesondere zur Spulenachse normale, erste und zweite Begrenzungsfläche vorgesehen sein, wobei die Spulenwicklung 1 innerhalb dieser Begrenzungsflächen angeordnet ist. In einer Spulenanordnung 12 werden die Begrenzungsflächen durch die erste Spulenflanschseite 14 und die zweite Spulenflanschseite 15 gebildet.

Die Wickelfläche 16 kann insbesondere eine, insbesondere als Rillung ausgebildete, Führung aufweisen, welche gegengleich zur vorgesehenen Anordnung der

Windungen 4 der innersten Wicklungslage 3 ist. Dadurch kann die Position der Windungen 4 der innersten Wicklungslage 3 durch die Wickelfläche 16 besser vorgegeben werden. Die Anordnung der Windungen der nächsthöheren Wicklungslage 3 kann dann insbesondere durch die darunterliegende Wicklungslage 3 vorgegeben werden.

In Fig. 1 ist eine erste bevorzugte Ausführungsform einer Spulenanordnung 12 dargestellt, wobei Teile des Spulenträgers 13 nicht dargestellt sind, um die Spulenwicklung 1 besser darzustellen.

Besonders bevorzugt kann vorgesehen sein, dass die Spulenwicklung 1 eine Vielzahl, insbesondere mindestens drei, Wicklungslagen 3 umfasst.

Die Spulenwicklung 1 der Spulenanordnung 12 der bevorzugten Ausführungsform in Fig. 1 weist vier Wickellagen 3 auf, wobei jede Wicklungslage 3 im wesentlichen zwei mal neun Windungen 4 umfasst, wobei neun Windungen 4 von einem ersten Wickeldraht 5,26 und neun weitere Windungen 4 von einem zweiten Wickeldraht 5,27 gebildet werden.

Weiters kann ein elektrisches Bauteil 20, insbesondere für einen Elektromotor, umfassend einen Magnetkern 21 mit zwei im Wesentlichen als Durchbrechungen ausgebildeten Wickelnuten 22 und einer Spulenwicklung 1 vorgesehen sein, wobei die Spulenwicklung 1 durch die Wickelnuten 22 gewickelt ist, wobei die Lagenwicklungsbereiche 2 der Spulenwicklung 1 in den Wickelnuten 22 angeordnet sind, und wobei die Spulenwicklung 1 gemäß der hier beschriebenen vorteilhaften Art ausgebildet ist.

Jene Bereiche der Spulenwicklung 1, welche außerhalb der Wickelnuten angeordnet sind, können als Spulenstirnseiten 28 bezeichnet werden.

Eine erste bevorzugte Ausführungsform eines elektrischen Bauteils 20 ist in Fig. 14 und Fig. 15 dargestellt. Die erste bevorzugte Ausführungsform des elektrischen Bauteils 20 weist einen Magnetkern 21 mit zwei Wicklungsnuten 22 auf, wobei die Spulenwicklung 1 durch die Wicklungsnuten 22 als Lagenwicklung geführt ist. In Fig. 15 ist die vorgesehene Stromflussrichtung durch die dafür üblichen Symbole angedeutet.

Fig. 16 zeigt einen Teil einer zweiten bevorzugten Ausführungsform eines elektrischen Bauteils 20, welches für Elektromotoren vorgesehen ist. Hierbei ist der Magnetkern 21 als Stator ausgebildet, welcher eine Vielzahl an Statorzähne 32 aufweist. Im inneren des Stators ist ein beweglicher Rotor 33 angeordnet. Um jeden Statorzahn 32 ist eine Spulenwicklung 1 gewickelt. Die Durchbrechungen 22 können insbesondere sind zum Rotor hin offen sein. In Fig. 16 sind die Lagenwicklungsbereiche 2, welche zur selben Spulenwicklung 1 gehören, gleichartig schraffiert.

Bei der Spulenwicklung kann besonders bevorzugt vorgesehen sein, dass die Spulenwicklung 1 Lagensprungbereiche 6 aufweist, dass die Wickeldrähte 5 in wenigstens zwei Wickeldrahtgruppen 7 aufgeteilt sind, dass in den Lagensprungbereichen 6 pro Wicklungslage 3 eine Wickeldrahtgruppe 7 in die nächsthöhere Wicklungslage 3 geführt ist, und dass die Wickeldrahtgruppe 7, welche in die nächsthöhere Wicklungslage 3 geführt ist, am Anfang und am Ende des gleichen Lagensprungbereiches 6 in den jeweiligen Wicklungslagen 3 die äußerste Wickeldrahtgruppe 7 ist. Mit anderen Worten ist die Wickeldrahtgruppe 7 welche am Anfang des Lagensprungbereiches 6 die äußerste Wickeldrahtgruppe 7 einer Wicklungslage 3 und in diesem Lagensprungbereich 6 die nächsthöhere Wicklungslage 3 geführt ist, am Ende dieses Lagensprungbereiches 6 in der nächsthöheren Wicklungslage die äußerste Wickeldrahtgruppe 7. Dadurch kann eine geordnete Wicklung der Spulenwicklung 1 auch mit mehreren Wickeldrähten 5 erfolgen, wobei auch nach mehreren Wicklungslagen 3 eine Lagenwicklung in den Lagenwicklungsbereichen 2 kreuzungsfrei bereitgestellt werden kann. Der Lagensprungbereich 6 kann dadurch weiters auch besonders kompakt, also mit einem hohen Füllfaktor, ausgebildet werden.

Insbesondere können sich in den Lagensprungbereichen 6 durch einen Vorschub der Windungen 4 in eine Vorschubrichtung 8 die Windungen 4 der einen Wicklungslage 3 mit den Windungen der nächsthöhere Wicklungslage 3 überkreuzen. Weiters kann vorgesehen sein, dass die Vorschubrichtung 8 zweier benachbarter Wicklungslagen 3 entgegengesetzt ist. Der Vorschub der Windungen kann auch als Windungssprung oder Windungsvorrückung bezeichnet werden.

Die Wickeldrahtgruppe 7 mit der - in Vorschubrichtung der unterliegenden

Wicklungslage 3 gesehen - letzten oder äußersten Windung 4 der unterliegenden Wicklungslage 3 am Anfang des Lagensprungbereichs 6 wird im Lagensprungbereich 6 in die nächsthöhere Wicklungslage 3 geführt, wo diese Wickeldrahtgruppe 7 am Ende dieses Lagensprungbereichs 6 die äußerste und - in Vorschubrichtung der nächsthöheren Wicklungslage 3 gesehen - erste Windung 4 der nächsthöheren Wicklungslage 3 aufweist.

Der Vorschub der Windungen 4 kann insbesondere im Lagensprungbereich 6 erfolgen. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass der Vorschub der Windungen 4 in einem gesonderten Bereich außerhalb der Lagensprungbereiche 6 erfolgt.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Anzahl der Lagensprungbereiche 6 der Anzahl der Wickeldrahtgruppen 7 entspricht. Dadurch kann pro Lagensprungbereich 6 genau eine Wickeldrahtgruppe 7 in die nächsthöhere Wicklungslage geführt werden, wodurch eine besonders geordnete Spulenwicklung möglich ist. Diese Anordnung des Lagensprungbereichs 6 hat sich auch als besonders lagefest und widerstandsfähig gegenüber ungewollten Verschiebungen erwiesen.

Eine Wickeldrahtgruppe 7 kann aus einem oder mehreren Wickeldrähten 5 bestehen, wobei die Position der Wickeldrähte 5 in einer Wickeldrahtgruppe 7 zueinander unverändert bleibt. Die Wickeldrähte 5 einer Wickeldrahtgruppe 7 werden mit anderen Worten in der Spulenwicklung 1 parallel zueinander geführt und überschneiden einander nicht. Durch die Zusammenfassung mehrerer Wickeldrähte 5 in Wickeldrahtgruppen 7 sind weniger Lagensprungbereiche 6 notwendig.

Weiters kann besonders bevorzugt vorgesehen sein, dass alle Wickeldrahtgruppen 7 die gleiche Anzahl an Wickeldrähten 5 aufweisen. Dadurch kann die Anzahl der Windungen 4 in einer Wicklungslage 3 konstant gehalten werden, wodurch eine gut geordnete Wicklung über mehrere Wicklungslagen 3 ermöglicht wird.

Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass im Lagenwicklungsbereich 2 die äußersten Windungen 4 zweier benachbarter Wicklungslagen 3 von unterschiedlichen Wickeldrahtgruppen 7 sind. Mit anderen Worten, dass, wenn die fertige Spulenwicklung 1 von außen betrachtet wird sich, in den

Lagenwicklungsbereich 2 die sichtbaren Wickeldrahtgruppen 7 abwechseln.

Besonders bevorzugt kann vorgesehen sein, dass - in Vorschubrichtung 8 einer Wicklungslage 3 gesehen - die äußerste Windung 4 der nächsthöheren Wicklungslage 3 bezüglich einer äußersten Windung 4 der Wicklungslage 3 um einen im Wesentlichen halben Wickeldrahtdurchmesser nach außen versetzt ist. Nach außen bedeutet in diesem Sinne in Richtung der Vorschubrichtung 8 der darunterliegenden Wicklungslage 3. Dadurch kann ein besonders zuverlässiger Lagensprung einer Wickeldrahtgruppe 7 erfolgen, weil die Wickeldrahtgruppen 7 beim Übergang in die nächsthöhere Wicklungslage 3 nicht nur in Richtung nächsthöhere Wicklungslage 3, sondern auch nach außen geführt werden, wodurch sich die einzelnen Wickeldrahtgruppen 7 nicht behindern.

Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass der Normalabstand zwischen der ersten Begrenzungsfläche und der zweiten Begrenzungsfläche, also bei einer Spulenordnung zwischen der ersten Spulenflanschseite 14 und zweiten Spulenflanschseite 15, im Wesentlichen einem halben Wickeldrahtdurchmesser plus einem ganzzahligen Vielfachen des Wickeldrahtdurchmessers entspricht, wodurch die äußerste Windung 4 am Anfang eines Lagensprungbereiches 6 in Vorschubrichtung 8 immer einen halben Wickeldrahtdurchmesser von der ersten Spulenflanschseite 14 oder der zweiten Spulenflanschseite 15 entfernt ist. Dadurch wird die in die nächsthöhere Wicklungslage 3 geführte Windung 4 um im Wesentlichen einen halben Wickeldrahtdurchmesser nach außen versetzt. Gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform beträgt der Normalabstand zwischen der ersten Begrenzungsfläche und der zweiten Begrenzungsfläche beispielsweise achtzehneinhalb Wickeldrahtdurchmesser.

Hierbei kann insbesondere vorgesehen sein, dass die in einem Lagensprungbereich 6 in die nächsthöhere Wicklungslage 3 geführte Wickeldrahtgruppe 7 unter die Wickeldrahtgruppe 7 durchgeführt ist, welche am Anfang dieses Lagensprungbereiches 6 die äußerste Wickeldrahtgruppe 7 der nächsthöheren Wicklungslage 3 ist. Durch dieses Führen der Wickeldrahtgruppe 7, welche in die nächsthöhere Wicklungslage 3 geführt wird, unter der Wickeldrahtgruppe 7, welche am Anfang dieses Lagensprungbereiches 6 die Äußerste der nächsthöheren Wicklungslage 3 ist, kann die in die nächsthöhere Wicklungslage 3 geführte

Wickeldrahtgruppe 7 fixiert und eine besonders kompakte Spulenwicklung 1 erreicht werden.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass jede Wickeldrahtgruppe 7 genau einen Wickeldraht 5 umfasst. Dadurch kann auf besonders einfache Weise eine Spulenwicklung 1 mit einem Lagenwicklungsbereich 2 und mehreren Wickeldrähten 5 ausgebildet sein.

Gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform können die Wickeldrähte 5 in zwei Wickeldrahtgruppen 7 aufgeteilt sein, wobei jede Wickeldrahtgruppe 7 genau einen Wickeldraht aufweist. Die erste bevorzugte Ausführungsform weist daher einen ersten Wickeldraht 26 und einen zweiten Wickeldraht 27 auf, wobei in den Fig. 2 bis 11 der zweite Wickeldraht 27 zur besseren Unterscheidbarkeit gepunktet dargestellt ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Spulenwicklung 1 eine Spulenwicklungssinnenseite 9 aufweist, und dass die Spulenwicklungssinnenseite 9 an wenigstens einem Übergang zwischen einem Lagensprungbereich 6 und einem Lagenwicklungsbereich 2, und/oder an wenigstens einem Übergang zwischen zwei Lagensprungbereichen 6 einen, insbesondere kantenförmigen, Umlenkbereich 10 aufweist. Die Spulenwicklungssinnenseite 9 ist dabei die Innenseite der Spulenwicklung 1, welche durch die innerste Wicklungslage 3 umschlossen ist, und welche im Wesentlichen gegengleich zu der Wickelfläche 16 des Spulenträgers 13 ausgebildet ist. Vorteilhaft an derartigen Umlenkbereichen 10 ist, dass die Wickeldrähte 5 am Anfang und am Ende eines Lagensprungbereiches 6 zuverlässig fixiert werden können.

Der Bereich der Spulenwicklung 1 über den Umlenkbereichen 10 kann insbesondere als Übergangsbereich 34 ausgebildet sein. Der Übergangsbereich kann sowohl als Lagenwicklungsbereich 2 oder als Lagensprungbereiche 6 ausgebildet sein, wobei der Übergang fließend sein kann. In der in Fig. 14 dargestellten bevorzugten Ausführungsform ist beispielweise die Dicke der Spulenwicklung 1 größer als die Länge des Lagensprungbereiches 6, wodurch die Übergangsbereiche 34 größer sind als die Lagensprungbereiche 6. Die Abgrenzung von Lagensprungbereich 6 zu Übergangsbereich 34 ist durch strichlinierte Linien in Fig. 14 angedeutet.

Weiters kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Wickelfläche 16 im Wesentlichen aus einer vorgebbaren Vielzahl Ebenen besteht, welche mit, insbesondere kantenförmigen, Umlenkbereichen 10 verbunden sind. Diese Ebenen können hierbei die Lagenwicklungsbereiche 2 und die Lagensprungbereiche 6 bilden. Dadurch können die Lagenwicklungsbereiche 2 und die Lagensprungbereiche 6 gut voneinander getrennt werden, und die Wickeldrähte 5 an den Umlenkbereichen 10 fixiert werden.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Spulenwicklung 1 zwei im Wesentlichen parallele Lagenwicklungsbereiche 2 aufweist. Eine derartige Spulenwicklung 1 ist besonders dazu geeignet, in den Wickelnuten 22 eines Magnetkernes 21 angeordnet zu werden.

Die Spulenwicklung 1 der ersten bevorzugten Ausführungsform weist zwei gegenüberliegend angeordnete parallele Lagenwicklungsbereiche 2 auf, sowie zwei Lagensprungbereiche 6.

Der Grundriss der Spulenwicklungssinnenseite 9 gleicht gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform bevorzugt einem Rechteck, wobei die längeren Seiten des Rechtecks den Lagenwicklungsbereichen 2 zugeordnet sind, während die kürzeren Seiten des Rechtecks als Lagensprungbereiche 6 ausgebildet sind.

In Fig. 12 und Fig. 13 zeigen schematisch die Grundrisse der Spulenwicklungssinnenseiten 9 einer dritten und einer vierten bevorzugten Ausführungsform. Der Betrachtungswinkel ist hierbei parallel zur Spulenachse. Sowohl die dritte als auch die vierte bevorzugte Ausführungsform weisen zwei parallele Lagenwicklungsbereiche 2 auf. Die dritte bevorzugte Ausführungsform weist drei Wickeldrahtgruppen 7 auf, weswegen die dritte bevorzugte Ausführungsform drei Lagensprungbereiche 6 aufweist. Die vierte bevorzugte Ausführungsform weist vier Wickeldrahtgruppen 7 auf, weswegen die vierte bevorzugte Ausführungsform vier Lagensprungbereiche 6 aufweist.

Gemäß einer nicht dargestellten bevorzugten Ausführungsform kann der Lagenwicklungsbereich 2 auch gekrümmt sein, also dass die Spulenwicklungssinnenseite 9 im Lagenwicklungsbereich 2 beispielsweise einem

Zylindersektor oder einem Oval entspricht. Die Lagensprungbereiche 6 können dann insbesondere alle aneinander angrenzend angeordnet sein, wodurch der Aufbau einer derartigen Spulenwicklung 1 mit mehreren Wickeldrähten 5 einer orthozyklischen Rundspule mit lediglich einem Wickeldraht 5 ähneln würde.

Besonders bevorzugt vorgesehen sein, dass die erste Spulenflanschseite 14 eine vorgebbare Mehrzahl an voneinander beabstandeten Wickeldrahteinführungen 23 aufweist. Die Wickeldrahteinführungen 23 dient dazu, dass die Wickeldrähte 5 zur Wickelfläche 16 geführt werden können. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass pro Wickeldrahtgruppe 7 eine Wickeldrahteinführung 23 vorgesehen ist. Durch die beabstandeten Wickeldrahteinführungen 23 können die Wickeldrähte 5 gut geordnet an der Wickelfläche angeordnet werden, ohne dass es zu Ausbeulungen oder Knicken der Wickeldrähte kommt.

Hierbei kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Einführung der Wickeldrähte 5 lediglich in die unterste Wicklungslagen 3 erfolgt.

Ein Verlassen der Wickeldrähte 5 aus der Spulenwicklung 1 erfolgt besonders bevorzugt in der äußersten Wicklungslage 3.

Besonders bevorzugt kann vorgesehen sein, dass die Wickeldrähte 5 von der Wickeldrahteinführung 23 bis zu Verlassen der Spulenwicklung 1 durchgehend sind.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Wickeldrahteinführungen 23 an einem Anfang und/oder an einem Ende eines Lagensprungbereiches 6 angeordnet sind. Dadurch kann erreicht werden, dass der am Anfang des Lagensprungbereiches 6 eingeführte Wickeldraht 5 den gleichen Vorschub wie in den weiteren Lagensprungbereichen 6 erfährt, wodurch diese erste Windung 4,29 parallel zu den weiteren Windungen 4 der innersten Wicklungslage 3 ist und dadurch eine besonders gleichmäßige Spulenwicklung 1 erreicht werden kann.

Weiters kann bevorzugt vorgesehen sein, dass alle Wickeldrahteinführungen 23 im selben Spulenstirnseitenbereich 28 angeordnet sind. Dadurch wird die Handhabung mit der Spulenwicklung 1 wesentlich vereinfacht.

Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Wickeldrahteinführungen 23 in

unterschiedlichen Spulenstirnseitenbereichen 28 angeordnet sind.

Gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Wickeldrahteführungen 23 als Schlitze in der ersten Spulenflanschseite 14 ausgebildet sind. Die Wickeldrahteführungen 23 können alternativ auch als Durchbrechungen ausgebildet sein, durch welche die Wickeldrähte 5 geführt sind.

In Fig. 2 sind die Wickeldrahteführungen 23 der ersten bevorzugten Ausführungsform gut erkennbar. Die Wickeldrahteführung 23 des ersten Wickeldrahtes 5,26 ist am Anfang eines Lagensprungbereiches 6 angeordnet und die Wickeldrahteführung 23 des zweiten Wickeldrahtes 5,27 ist am Ende des gleichen Lagensprungbereiches 6 angeordnet. Der erste Wickeldraht 5,26 hat in diesem Lagensprungbereich 6 einen Vorschub von im Wesentlichen einem Wickeldrahtdurchmesser, so dass der erste Wickeldraht 5,26 sich an den zweiten Wickeldraht 5,27 am Ende des Lagensprungbereiches 6 anlegt.

Weiters kann vorgesehen sein, dass an der ersten Spulenflanschseite 14 wenigstens eine Aufpolsterung 18 angeordnet ist. Die Aufpolsterung 18 unterstützt den Vorschub der ersten Windung 4, wodurch eine geordnete und regelmäßige Wicklung der Spulenwicklung 1 möglich ist. Insbesondere kann die maximale Höhe der Aufpolsterung 18 dem Wickeldrahtdurchmesser oder dem ganzzahligen Vielfachen des Wickeldrahtdurchmessers entsprechen, wobei die Höhe parallel zur Spulenachse gemessen wird. Die Breite der Aufpolsterung 18, welche normal zur Spulenachse gemessen wird, kann insbesondere einem Wickeldrahtdurchmesser entsprechen.

Weiters kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Höhe der Aufpolsterung 18 in dem wenigstens einen Lagenwicklungsbereich 2 konstant ist. Dadurch kann die äußerste Windung 4 der innersten Wicklungslage 3 gegenüber einer ungewollten Verschiebung in dem Lagenwicklungsbereich 2 gesichert werden.

Der Querschnitt der Aufpolsterung 18, welcher als Schnitt quer zur Vorschubrichtung 8 angesehen werden kann, kann insbesondere im Wesentlichen rechteckig sein.

Fig. 3 zeigt die Rückseite der Spulenordnung 12 in Fig. 2. In Fig. 3 ist die Aufpolsterung 18 zu sehen, welche im Lagensprungbereiche 6 auf eine Höhe von einem Wickeldrahtdurchmesser kontinuierlich ansteigt. In anschließenden Lagenwicklungsbereich 2 bleibt die Höhe der Aufpolsterung 18 konstant bei einem Wickeldrahtdurchmesser. Die Aufpolsterung 18 der ersten bevorzugten Ausführungsform endet unmittelbar vor der Wickeldrahteinführung 23 des ersten Wickeldrahtes 5,26, wodurch die äußerste Windung 4 des zweiten Wickeldrahtes 5,27 gut zwischen zwei Windungen 4 des ersten Wickeldrahtes 5,26 fixiert werden kann.

Weiters kann besonders bevorzugt vorgesehen sein, dass die Spulenordnung 12 am Übergang zwischen der Wickelfläche 16 und der zweiten Spulenflanschseite 15 wenigstens einen Abstandhalter 19 aufweist, und dass insbesondere der Abstandhalter 19 eine Höhe von mindestens einem halben Wickeldrahtdurchmesser aufweist. Die Breite des Abstandhalters 19 kann insbesondere im Wesentlichen einem Wickeldrahtdurchmesser entsprechen. Der Abstandhalter 19 ist bevorzugt derart geformt, dass dieser einer halben Windung 4 entspricht. Eine Windung 4, welche am Anfang eines Lagensprungbereiches 6 seitlich am Abstandhalters 19 anliegt, wird während im Lagesprungbereich 6 auf den Abstandhalter 19 in die nächsthöhere Wicklungslage 3 geführt. Dadurch kann eine besser vorgebbare Anordnung der Windungen 4 erreicht werden. Der Abstandhalters 19 unterstützt lediglich den Lagensprung aus der untersten Wicklungslage 3. In den weiteren Wicklungslagen 3 kann der Lagensprung ohne Unterstützung des Abstandhalters 19 erfolgen.

Die Höhe des Abstandhalters 19 kann insbesondere von der Anzahl der Wickeldrähte 5 der Wickeldrahtgruppe 7 abhängig sein. Insbesondere kann die Höhe des Abstandhalters 19 der Anzahl der Wickeldrähte 5 der Wickeldrahtgruppe 7 multipliziert mit dem Wickeldrahtdurchmesser weniger einem halben Wickeldrahtdurchmesser entsprechen. Wenn eine Wickeldrahtgruppe 7 lediglich einen Wickeldraht 5 umfasst entspricht die Höhe des Abstandhalters 19 einem halben Wickeldrahtdurchmesser, und wenn beispielsweise eine Wickeldrahtgruppe 7 zwei Wickeldrähte 5 umfasst entspricht die Höhe des Abstandhalters 19 eineinhalb Wickeldrahtdurchmessern. Dadurch kann die gesamte

Wickeldrahtgruppe 7 in einem Lagensprungbereiche 6 mithilfe des Abstandhalters 19 in die nächsthöhere Wicklungslage geführt werden.

Der Querschnitt des Abstandhalters 19 kann unterschiedlich geformt sein, wobei der Querschnitt des Abstandhalters 19 der Schnitt quer zur Vorschubrichtung 8 ist. Gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform in Fig. 4 und Fig. 5 kann der Querschnitt des Abstandhalters 19 im Wesentlichen dreieckig sein. Gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform kann der Querschnitt des Abstandhalters 19 im wesentlichen rechteckig mit abgerundeten Ecken sein.

Gemäß den bevorzugten Ausführungsformen kann der Abstandhalter 19 um den gesamten Umfang der Wickelfläche 16 herumlaufen. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass der Abstandhalter 19 in den Lagensprungbereichen 6 unterbrochen ist. Dadurch kann dem größeren Raumbedürfnis im Lagensprungbereich 6, welcher durch die sich kreuzenden Windungen 4 verursacht ist, Rechnung getragen werden.

Besonders bevorzugt kann weiters vorgesehen sein, dass die zweite Spulenflanschseite 15 und/oder die erste Spulenflanschseite 14 in wenigstens einem Lagensprungbereich 6 eine Einbuchtung 17 aufweist. Die Tiefe der Einbuchtung 17, welche insbesondere zwischen 5% und 50% des Wickeldrahtdurchmessers betragen kann, kann in der Vorschubrichtung 8 gemessen werden, wodurch im Bereich der Einbuchtung 17 zwischen erster Spulenflanschseite 14 und zweiter Spulenflanschseite 15 mehr Raum für die Spulenwicklung bereit steht. Dadurch kann ein Ausbeulen der Spulenwicklung 1 weitgehend vermieden werden, wodurch auch nach mehreren Wicklungslagen 3 noch eine Lagenwicklung bereitgestellt werden kann.

Fig. 10 und Fig. 11 zeigen Schnitte durch den Anfang und das Ende eines Lagensprungbereiches 6 einer zweiten bevorzugten Ausführungsform, welche bis auf die Anzahl der Windungen 4 pro Wicklungslage 3 und dem Querschnitt des Abstandhalters 19 mit der ersten bevorzugten Ausführungsform identisch ist. Dieser Lagensprungbereich 6 entspricht dem Lagensprungbereich 6 von der ersten Ausführungsform, welcher auf Fig. 3 zu sehen ist.

In der innersten Wicklungslage 3, weist gemäß Fig. 10 zwölf Windungen 4 auf, wobei sechs Windungen 4 vom ersten Wickeldraht 5,26 und sechs Windungen 4 vom zweiten Wickeldraht 5,27 sind. Die Windungen des ersten Wickeldrahtes 5,26 und des zweiten Wickeldrahtes 5,27 wechseln sich in der ersten Wicklungslage 3,24 ab.

In Fig. 10 liegt die erste Windung 4,29 des zweiten Wickeldrahtes 5,27 an der ersten Spulenflanschseite 14 an, die nächste Windung 4 ist dann die erste Windung 4,29 des ersten Wickeldrahtes 5,26. Auf der gegenüberliegenden Seite der innersten Wicklungslage 3, welche an der zweiten Spulenflanschseite 15 angrenzt, grenzt die sechste Windung 4,30 des ersten Wickeldrahtes 5,26 an den Abstandhalter 19 an, gefolgt von der sechsten Windung 4,30 des zweiten Wickeldrahtes 5,27.

Die äußerste Windung 4 der nächsthöheren Wicklungslage 3 ist die siebente Windung 4,31 des zweiten Wickeldrahtes 5,27, die zweitäußerste ist dann die siebente Windung 4,31 des ersten Wickeldrahtes 5,26. Die Windungen 4 der nächsthöheren Wicklungslage 3 liegen in den Vertiefungen zwischen den Windungen 4 der ersten Wicklungslage 3,24, wobei die siebente Windung 4,31 des zweiten Wickeldrahtes 5,27 in der Vertiefung angeordnet ist, welche durch die sechste Windung 4,30 des ersten Wickeldrahtes 5,26 und den Abstandhalter 19 gebildet ist, wodurch die siebente Windung 4,31 des zweiten Wickeldrahtes 5,27 um einen halben Wickeldrahtdurchmesser bezüglich der sechsten Windung 4,30 des ersten Wickeldrahtes 5,26 nach außen versetzt angeordnet ist.

Fig. 11 zeigt den Schnitt durch das Ende des Lagensprungbereiches 6 aus Fig. 10. Alle Windungen 3, bis auf die sechste Windung 4,30 des ersten Wickeldrahtes 5,26 sind um im Wesentlichen einen Drahtdurchmesser in die Vorschubrichtungen der jeweiligen Wicklungslagen 3 vorgerückt. Die sechste Windung 4,30 des ersten Wickeldrahtes 5,26 ist unter die siebente Windung 4,31 des zweiten Wickeldrahtes 5,27 geführt, und anschließend in die nächsthöhere Wicklungslage 3 geführt worden, wo die sechste Windung 4,30 des ersten Wickeldrahtes 5,26 nun an der ehemaligen Position der siebenten Windung 4,31 des zweiten Wickeldrahtes 5,27 angeordnet ist. Die Höhe der Aufpolsterung 18 im Lagensprungbereich 6 kontinuierlich um einen Wickeldrahtdurchmesser zugenommen, sodass die erste Windung 4,29 des zweiten Wickeldrahtes 5,27 weiterhin fixiert ist.

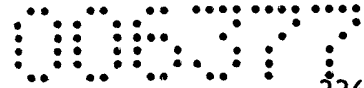
Da der Abstand zwischen erster Spulenflanschseite 14 und zweiter Spulenflanschseite 15 im Wesentlichen einem ganzzahligen Vielfachen des Wickeldrahtdurchmessers plus einem halben Wickeldrahtdurchmesser entspricht, wird der Lagensprung an der ersten Spulenflanschseite 14 ähnlich erfolgen wie an der zweiten Spulenflanschseite 15.

Da der Lagensprung bei jeder Wicklungslage 3 im Wesentlichen auf gleiche Weise erfolgt, können die innerste Wicklungslage und die nächsthöhere Wicklungslage als erste Wicklungslage 3,24 beziehungsweise als zweite Wicklungslage 3,25 verallgemeinert werden, wobei die erste Wicklungslage 3,24 der Spulenachse näher ist, als die zweite Wicklungslage 3,25. Ein Unterschied zwischen einem Lagensprung von der innersten Wicklungslage 3 in die nächsthöhere Wicklungslage 3 und einem Lagensprung zwischen höher gelegenen Wicklungslagen 3 ist, dass der Abstandhalter 19 lediglich den Lagensprung aus der innersten Wicklungslage unterstützt. Wie vorher bereits ausgeführt ist der Abstandhalter 19 allerdings lediglich eine zusätzliche Unterstützung und der Lagensprung in den höher gelegenen Wicklungslagen 3 kann auch ohne den Abstandhalter 19 erfolgen.

Hierbei kann vorgesehen sein, dass jeder Lagensprung bei jeder Wicklungslage 3 gemäß dem Lagensprung der ersten Wicklungslage 3,24 in die zweite Wicklungslage 3,25 erfolgt. Dadurch kann eine regelmäßige selbsttragende Spulenwicklung 1 ausgebildet werden.

Aus den obigen Ausführungen ist weiters ersichtlich, dass die Anordnung der Wickeldrähte 5 in dem Lagensprungbereiche 6 unabhängig von der Anzahl der Wickeldrahtgruppen 7 ist, da pro Lagensprungbereich 6 bevorzugt lediglich eine Wickeldrahtgruppe 7 in die Wicklungslage 3 wechselt und die nachfolgenden Wickeldrahtgruppen 7 bevorzugt lediglich gemäß dem Vorschub versetzt werden und daher nachrücken. Durch die geeignete Anzahl an Lagensprungbereiche 6 kann daher eine Spulenwicklung 1 mit beliebig vielen Wickeldrahtgruppen 7 erfolgen.

Zur Herstellung einer vorteilhaft ausgebildeten Spulenwicklung 1 ist ein Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung 1 vorgesehen, wobei wenigstens zwei Wickeldrähte 5 gleichzeitig in direkt aneinander angrenzenden Windungen 4 zu einer ersten Wicklungslage 3,24 gewickelt werden, wobei nach der ersten



Wicklungslage 3,24 die über der ersten Wicklungslage 3,24 liegende zweite Wicklungslage 3,25 gewickelt wird, wobei die Windungen 4 der zweiten Wicklungslage 3,25 in dem Lagenwicklungsbereich 2 der Spulenwicklung 1 parallel zu den Windungen 4 der ersten Wicklungslage 3,24 geführt werden. Dadurch kann auf einfache Weise eine vorteilhafte Spulenwicklung 1 bereitgestellt werden.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass eine Spulenwicklung 1 mit einer Vielzahl an Wicklungslagen 3 gewickelt wird, wobei die erste Wicklungslage 3,24 stellvertretend für die unterliegende Wicklungslage 3 und die zweite Wicklungslage 3,25 stellvertretend für die nächsthöhere Wicklungslage 3 anzusehen ist.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Spulenwicklung 1 auf einen Spulenträger 13 gemäß einem der bevorzugten Ausführungsformen maschinell gewickelt wird.

Hierbei können die Wickeldrähte 5 gleichzeitig mittels eines Linearwickelverfahrens oder eines Flyerwickelverfahrens, insbesondere aus mehreren Düsen, gleichzeitig auf einen Spulenträger 13 gewickelt werden, um die vorteilhaft ausgebildete Spulenwicklung 1 herzustellen.

Der Wickelvorgang der Spulenwicklung 1 kann direkt auf einem Spulenträger 13 erfolgen. Alternativ kann der Wickelvorgang der Spulenwicklung 1 auf einem Wickelträger einer Wickelmaschine erfolgen, welcher Wickelträger nach Abschluss des Wickelvorganges wieder entfernt werden kann, um eine selbsttragende Spulenwicklung ohne Spulenträger 13 herzustellen.

Bevorzugt kann vorgesehen sein, dass die Wickeldrähte 5 gleichzeitig als wenigstens zwei Wickeldrahtgruppen 7 aufgewickelt werden, und dass die Position der Wickeldrähte 5 in einer Wickeldrahtgruppe 7 zueinander unverändert bleibt. Dadurch kann der Aufwand zum maschinellen Wicklen der Spulenwicklung 1 gering gehalten werden, wodurch eine derartige Spulenwicklung wirtschaftlich hergestellt werden kann.

Besonders bevorzugt kann vorgesehen sein, dass bei einem Lagensprung, insbesondere in einem Lagensprungbereich 6 der Spulenwicklung 1, die äußerste Wickeldrahtgruppe 7 der ersten Wicklungslage 3,24 in die Position einer äußersten

Wickeldrahtgruppe 7 der zweiten Wicklungslage 3,25 geführt wird. Die Position einer äußersten Wickeldrahtgruppe 7 ist die äußerste Position, die eine Windung 4 in der jeweiligen Wicklungslage 3 einnehmen kann, und entspricht der siebenten Windung 4,31 des zweiten Wickeldrahtes 5,27 in Fig.10. Dadurch kann eine Lagenwicklung erreicht werden, da in einem Lagensprungbereich 6 die äußerste Wickeldrahtgruppe 7 einer unterliegenden Wicklungslage 3 an die äußerste benachbarte Position der nächsthöheren Wicklungslage 3 geführt wird. Dadurch kann eine Lagenwicklung auch nach mehreren Wicklungslagen 3 erreicht werden, ohne dass durch Störungen oder Verschiebungen eine wilde Wicklung entsteht.

Weiters kann insbesondere vorgesehen sein, dass bei einem dem einen Lagensprung direkt nachfolgenden anderen Lagensprung eine andere Wickeldrahtgruppe 7 in der ersten Wicklungslage 3,24 zunächst unter die äußerste Wickeldrahtgruppe 7 der zweiten Wicklungslage 3,25 durchgeführt wird, und danach in die Position einer äußersten Wickeldrahtgruppe 7 der zweiten Wicklungslage 3,25 geführt wird. Wenn in dem davorgehenden Lagensprungbereiche 6 bereits eine Wickeldrahtgruppe 7 in die zweite Wicklungslage 3,25 geführt wurde, ist diese Wickeldrahtgruppe 7 am Anfang des nächsten Lagensprungbereiches 6 an der Position einer äußersten Wickeldrahtgruppe 7 angeordnet, in welche die andere Wickeldrahtgruppe 7 beim nachfolgenden Lagesprung geführt werden soll. Die äußerste Wickeldrahtgruppe 7 der zweiten Wicklungslage 3,25 wird bevorzugt von der benachbarten Begrenzungsebene weggeführt, wobei die andere Wickeldrahtgruppe 7 insbesondere in der ersten Wicklungslage 3,24 unter diese Wickeldrahtgruppe 7 der zweiten Wicklungslage 3,25 geführt wird, und erst im Anschluss in die zweite Wicklungslage 3,25 übergeführt wird. Dadurch ist die eine Wickeldrahtgruppe 7 in Vorschubrichtung der aktuellen Wicklungslage 3 immer vor der andere Wickeldrahtgruppe 7, wodurch eine geregelte und vorgebbare Wicklung mit mehreren Wickeldrähten erleichtert wird.

Weiters kann insbesondere vorgesehen sein, dass im Lagensprungbereich 6 die Wickeldrahtgruppen 7, welche in der gleichen Wicklungslage 3 verbleiben, in der Vorschubrichtung 8 um im Wesentlichen einen Wickeldrahtdurchmesser oder im Wesentlichen einem ganzzahligen Vielfachen eines Wickeldrahtdurchmessers versetzt werden. Wie weit die Wickeldrahtgruppen 7 versetzt werden hängt dabei

von der Anzahl der Wickeldrähte 5 der Wickeldrahtgruppen 7 ab, wobei die Anzahl der ganzzahligen Vielfachen eines Wickeldrahtdurchmessers beim Vorschub der Anzahl der Wickeldrähte 5 der Wickeldrahtgruppen 7 entspricht. Bei lediglich einem Wickeldraht 5 pro Wickeldrahtgruppe 7 entspricht der Vorschub lediglich im Wesentlichen einem Wickeldrahtdurchmesser. Im Wesentlichen ein Wickeldrahtdurchmesser entspricht dabei einem Bereich zwischen 100% und 110% eines Wickeldrahtdurchmessers. Derartige Abweichungen können einerseits den Fertigungstoleranzen entsprechen aber auch notwendig sein, um komplexere Wickelflächengeometrien optimal auszunutzen, ohne das es zu Ausbeulungen kommt. Dadurch wird den nachfolgenden Wickeldrahtgruppen 7 der nötige Platz geschaffen, ohne dass die Spulenwicklung 1 deformiert wird, wodurch eine Lagenwicklung erschwert werden würde.

Insbesondere kann weiters vorgesehen sein, dass pro Wickeldrahtgruppen 7 lediglich ein Wickeldraht 5 vorgesehen ist. Dadurch kann auf einfache Weise eine Spulenwicklung 1 mit mehreren Wickeldrähten gewickelt werden.

In Fig. 4 bis Fig.9 wird der Lagesprung beim Wickelvorgang der ersten bevorzugten Ausführungsform der Spulenordnung 12 in mehreren Zuständen dargestellt. Dieser Lagesprung in Fig. 4 bis Fig.9 dient dem besseren Verständnis und soll keineswegs einschränkend aufgefasst werden.

In Fig.4 wurde der erste Wickeldraht 5,26 an der zweiten Spulenflanschseite 15 von der erste Wicklungslage 3,24 in die Position einer äußersten Wickeldrahtgruppe 7 der zweiten Wicklungslage 3,25 geführt, während der zweite Wickeldraht 5,27 am Ende des Lagesprungbereiches 6 in die Position einer äußersten Wickeldrahtgruppe 7 der ersten Wicklungslage 3,24 geführt wurde. Fig. 5 zeigt nochmals den Zustand in Fig. 4 aus einer anderen Perspektive, wodurch gut zu erkennen ist, dass der erste Wickeldraht 5,26 gegenüber dem zweite Wickeldraht 5,27 weiters um einen halben Wickeldrahtdurchmesser nach außen, also in Richtung der benachbarten Begrenzungsebene, versetzt wurde.

Fig. 6 zeigt einen Zustand, bei dem die erste bevorzugte Ausführungsform der Spulenordnung 12 um 180° weiter gedreht, und damit die Wickeldrähte 5 um eine halbe Windung 4 weiter aufgewickelt wurden, wobei Fig. 6 die Rückseite der

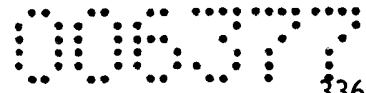
bevorzugten Ausführungsform der Spulenordnung 12 aus Fig. 4 zeigt. Zwischen Fig. 4 und Fig. 6 wurde der erste Wickeldraht 5,26 um einen Wickeldrahtdurchmesser von der zweiten Spulenflanschseite 15 weggeführt, wodurch Platz für den zweiten Wickeldraht 5,27 geschaffen wurde. Der zweite Wickeldraht 5,27 wird unter dem ersten Wickeldraht 5,26 und danach ebenfalls in die zweite Wicklungslage 3,25 geführt, sodass beide Wickeldrähte nun in der zweiten Wicklungslage 3,25 geführt werden.

Durch die Einbuchtungen 17 wird dem zweiten Wickeldraht 5,27 mehr Platz zur Verfügung gestellt, wodurch ein Ausbeulen der Spulenwicklung 1 verhindert werden kann.

Fig. 7 zeigt die erste bevorzugte Ausführungsform der Spulenordnung 12 aus Fig. 6 nach einer weiteren 180° Drehung, also einer weiteren halben Windung 4. In Fig. 7 sichtbaren Lagensprungbereiche 6 wurden beide Wickeldrähte 5 in Vorschubrichtung 8 um einen Wickeldrahtdurchmesser versetzt. Am Ende des in Fig. 7 sichtbaren Lagensprungbereiches 6 ist der zweite Wickeldraht 5,27 zwischen der aktuellen Windung 3 und der vorgehenden Windung 3 des ersten Wickeldrahts 5,26 angeordnet. Fig. 8 zeigt nochmals den Zustand in Fig. 7 aus einer schrägeren Perspektive. Fig. 9 zeigt die erste bevorzugte Ausführungsform der Spulenordnung 12 aus Fig. 7 nach einer weiteren 180° Drehung.

Da das dargestellte Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung 1 mit Lagenwicklung und mehreren Wickeldrähten 5 parallel zu einem herkömmlichen Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung 1 mit lediglich einem Wickeldraht, kann die hier beschriebene Spulenwicklung 1 oder das hier beschriebene Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung 1 mit anderen vorteilhaften Wickeltechniken kombiniert werden werden.

Beispielsweise kann die Breite der Wicklungsnuten 22 für Elektromotoren, von der Rotorenachse betrachtet, nach außen hin zunehmen, wie in Fig. 16 dargestellt. Durch die Verwendung von Stützwindungen, welche in vorgesehene Lücken der unterliegenden Wicklungslagen 3 angeordnet sind, können derartige Spulenwicklungen 1 mit komplex geformter Außengeometrie, beispielsweise bei konischen Spulenwicklungen 1, auch mit der hier beschriebenen Wickeltechnik mit



mehreren Wickeldrähten 5 und Lagenwicklungsbereichen 6 hergestellt werden.

Patentansprüche:

DI DR. FERDINAND GIBLER
DI DR. WOLFGANG POTH
Austrian and European Patent and
Trademark Attorneys

GIBLER & POTH
PATENTANWÄLTE

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Spulenwicklung (1) umfassend wenigstens einen Lagenwicklungsbereich (2) mit Wicklungslagen (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenwicklung (1) wenigstens zwei in Windungen (4) angeordnete Wickeldrähte (5) aufweist, und dass im wenigstens einen Lagenwicklungsbereich (2) in jeder Wicklungslage (3) jede Windung (4) eines der Wickeldrähte (5) in einer vorgebbaren Anordnung benachbart zu einer Windung (4) eines anderen der Wickeldrähte (5) angeordnet ist.
2. Spulenwicklung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenwicklung (1) Lagensprungbereiche (6) aufweist, dass die Wickeldrähte (5) in wenigstens zwei Wickeldrahtgruppen (7) aufgeteilt sind, dass in den Lagensprungbereichen (6) pro Wicklungslage (3) eine Wickeldrahtgruppe (7) in die nächsthöhere Wicklungslage (3) geführt ist, und dass die Wickeldrahtgruppe (7), welche in die nächsthöhere Wicklungslage (3) geführt ist, am Anfang und am Ende des gleichen Lagensprungbereiches 6 in den jeweiligen Wicklungslagen (3) die äußerste Wickeldrahtgruppe (7) ist.
3. Spulenwicklung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Lagenwicklungsbereich 2 die äußersten Windungen (4) zweier benachbarter Wicklungslagen (3) von unterschiedlichen Wickeldrahtgruppen (7) sind.
4. Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass - in Vorschubrichtung (8) einer Wicklungslage (3) gesehen - die äußerste Windung (4) der nächsthöheren Wicklungslage (3) bezüglich einer äußersten Windung (4) der Wicklungslage (3) um einen im Wesentlichen halben Wickeldrahtdurchmesser nach außen versetzt ist.
5. Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in einem Lagensprungbereich (6) in die nächsthöhere

Wicklungslage (3) geführte Wickeldrahtgruppe (7) unter die Wickeldrahtgruppe (7) durchgeführt ist, welche am Anfang dieses Lagensprungbereiches (6) die äußerste Wickeldrahtgruppe (7) der nächsthöheren Wicklungslage (3) ist.

6. Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Wickeldrahtgruppe (7) genau einen Wickeldraht (5) umfasst.

7. Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenwicklung (1) eine Spulenwicklungsinnenseite (9) aufweist, und dass die Spulenwicklungsinnenseite (9) an wenigstens einem Übergang zwischen einem Lagensprungbereich (6) und einem Lagenwicklungsbereich (2), und/oder an wenigstens einem Übergang zwischen zwei Lagensprungbereichen (6) einen, insbesondere kantenförmigen, Umlenkbereich (10) aufweist.

8. Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenwicklung (1) zwei im Wesentlichen parallele Lagenwicklungsbereiche (2) aufweist.

9. Spulenanordnung (12) umfassend einen Spulenträger (13) und eine Spulenwicklung (1), wobei der Spulenträger (13) eine erste Spulenflanschseite (14), eine der ersten Spulenflanschseite (14) gegenüberliegende zweite Spulenflanschseite (15) und eine zwischen der ersten Spulenflanschseite (14) und der zweiten Spulenflanschseite (15) angeordnete Wickelfläche (16) umfasst, wobei die Spulenwicklung (1) um die Wickelfläche (16) gewickelt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.

10. Spulenanordnung (12) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Spulenflanschseite (14) eine vorgebbare Mehrzahl an voneinander beabstandeten Wickeldrahteführungen (23) aufweist.

11. Spulenanordnung (12) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Spulenflanschseite (15) und/oder die erste Spulenflanschseite (14) in wenigstens einem Lagensprungbereich (6) eine

Einbuchtung (17) aufweist.

12. Spulenanordnung (12) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der ersten Spulenflanschseite (14) wenigstens eine Aufpolsterung (18) angeordnet ist.

13. Spulenanordnung (12) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Höhe der Aufpolsterung (18) in dem wenigstens einen Lagenwicklungsbereich (2) konstant ist.

14. Spulenanordnung (12) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenanordnung (12) am Übergang zwischen der Wickelfläche (16) und der zweiten Spulenflanschseite (15) wenigstens einen Abstandhalter (19) aufweist, und dass insbesondere der Abstandhalter (19) eine Höhe von mindestens einem halben Wickeldrahtdurchmesser aufweist.

15. Spulenanordnung (12) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wickelfläche (16) im Wesentlichen aus einer vorgebbaren Vielzahl an Ebenen besteht, welche mit, insbesondere kantenförmigen, Umlenkbereichen (10) verbunden sind.

16. Elektrisches Bauteil (20), insbesondere für einen Elektromotor, umfassend einen Magnetkern (21) mit zwei im Wesentlichen als Durchbrechungen ausgebildeten Wickelnuten (22) und einer Spulenwicklung (1), wobei die Spulenwicklung (1) durch die Wickelnuten (22) gewickelt ist, wobei die Lagenwicklungsbereiche (2) der Spulenwicklung (1) in den Wickelnuten (22) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spulenwicklung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.

17. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1), insbesondere einer Spulenwicklung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei wenigstens zwei Wickeldrähte (5) gleichzeitig in direkt aneinander angrenzenden Windungen (4) zu einer ersten Wicklungslage (3,24) gewickelt werden, wobei nach der ersten Wicklungslage (3,24) eine über der ersten Wicklungslage (3,24) liegende zweite Wicklungslage (3,25) gewickelt wird, wobei die Windungen (4) der zweiten Wicklungslage (3,25) in einem Lagenwicklungsbereich (2) der Spulenwicklung (1)

parallel zu den Windungen (4) der ersten Wicklungslage (3,24) geführt werden.

18. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wickeldrähte (5) gleichzeitig als wenigstens zwei Wickeldrahtgruppen (7) aufgewickelt werden, und dass die Position der Wickeldrähte (5) in einer Wickeldrahtgruppe (7) zueinander unverändert bleibt.

19. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1) nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Lagensprung, insbesondere in einem Lagensprungbereich (6) der Spulenwicklung (1), die äußerste Wickeldrahtgruppe (7) der ersten Wicklungslage (3,24) in eine Position einer äußersten Wickeldrahtgruppe (7) der zweiten Wicklungslage (3,25) geführt wird.

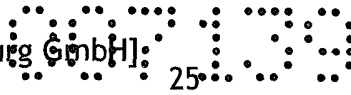
20. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1) nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem dem einen Lagensprung direkt nachfolgenden anderen Lagensprung eine andere Wickeldrahtgruppe (7) in der ersten Wicklungslage (3,24) zunächst unter die äußerste Wickeldrahtgruppe (7) der zweiten Wicklungslage (3,25) durchgeführt wird, und danach in die Position einer äußersten Wickeldrahtgruppe (7) der zweiten Wicklungslage (3,25) geführt wird.

21. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1) nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Lagensprungbereich (6) die Wickeldrahtgruppen (7), welche in der gleichen Wicklungslage 3 verbleiben, in einer Vorschubrichtung (8) um im Wesentlichen einen Wickeldrahtdurchmesser oder im Wesentlichen einem ganzzahligen Vielfachen eines Wickeldrahtdurchmessers versetzt werden.

22. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass pro Wickeldrahtgruppen (7) lediglich ein Wickeldraht (5) vorgesehen ist.



Gibler & Poth Patentanwälte OG
(Dr. F. Gibler oder Dr. W. Poth)

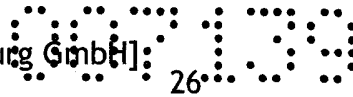


DI DR. FERDINAND GIBLER
DI DR. WOLFGANG POTH
Austrian and European Patent and
Trademark Attorneys

GIBLER & POTH
PATENTANWÄLTE

NEUE PATENTANSPRÜCHE

1. Spulenwicklung (1) umfassend wenigstens einen Lagenwicklungsbereich (2) mit Wicklungslagen (3), wobei die Spulenwicklung (1) wenigstens zwei in Windungen (4) angeordnete Wickeldrähte (5) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass im wenigstens einen Lagenwicklungsbereich (2) in jeder Wicklungslage (3) jede Windung (4) eines der Wickeldrähte (5) in einer vorgebbaren Anordnung benachbart zu einer Windung (4) eines anderen der Wickeldrähte (5) angeordnet ist, wobei die Windungen (4) der verschiedenen Wickeldrähte (5) in jeder Wicklungslage (3) nebeneinander angeordnet sind.
2. Spulenwicklung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenwicklung (1) Lagensprungbereiche (6) aufweist, dass die Wickeldrähte (5) in wenigstens zwei Wickeldrahtgruppen (7) aufgeteilt sind, dass in den Lagensprungbereichen (6) pro Wicklungslage (3) eine Wickeldrahtgruppe (7) in die nächsthöhere Wicklungslage (3) geführt ist, und dass die Wickeldrahtgruppe (7), welche in die nächsthöhere Wicklungslage (3) geführt ist, am Anfang und am Ende des gleichen Lagensprungbereiches 6 in den jeweiligen Wicklungslagen (3) die äußerste Wickeldrahtgruppe (7) ist.
3. Spulenwicklung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Lagenwicklungsbereich 2 die äußersten Windungen (4) zweier benachbarter Wicklungslagen (3) von unterschiedlichen Wickeldrahtgruppen (7) sind.
4. Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass - in Vorschubrichtung (8) einer Wicklungslage (3) gesehen -



die äußerste Windung (4) der nächsthöheren Wicklungslage (3) bezüglich einer äußersten Windung (4) der Wicklungslage (3) um einen im Wesentlichen halben Wickeldrahtdurchmesser nach außen versetzt ist.

5. Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in einem Lagensprungbereich (6) in die nächsthöhere Wicklungslage (3) geführte Wickeldrahtgruppe (7) unter die Wickeldrahtgruppe (7) durchgeführt ist, welche am Anfang dieses Lagensprungbereiches (6) die äußerste Wickeldrahtgruppe (7) der nächsthöheren Wicklungslage (3) ist.

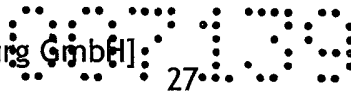
6. Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Wickeldrahtgruppe (7) genau einen Wickeldraht (5) umfasst.

7. Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenwicklung (1) eine Spulenwicklungsinnenseite (9) aufweist, und dass die Spulenwicklungsinnenseite (9) an wenigstens einem Übergang zwischen einem Lagensprungbereich (6) und einem Lagenwicklungsbereich (2), und/oder an wenigstens einem Übergang zwischen zwei Lagensprungbereichen (6) einen, insbesondere kantenförmigen, Umlenkbereich (10) aufweist.

8. Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenwicklung (1) zwei im Wesentlichen parallele Lagenwicklungsbereiche (2) aufweist.

9. Spulenanordnung (12) umfassend einen Spulenträger (13) und eine Spulenwicklung (1), wobei der Spulenträger (13) eine erste Spulenflanschseite (14), eine der ersten Spulenflanschseite (14) gegenüberliegende zweite Spulenflanschseite (15) und eine zwischen der ersten Spulenflanschseite (14) und der zweiten Spulenflanschseite (15) angeordnete Wickelfläche (16) umfasst, wobei die Spulenwicklung (1) um die Wickelfläche (16) gewickelt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.

10. Spulenanordnung (12) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass



die erste Spulenflanschseite (14) eine vorgebbare Mehrzahl an voneinander beabstandeten Wickeldrahteinführungen (23) aufweist.

11. Spulenanordnung (12) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Spulenflanschseite (15) und/oder die erste Spulenflanschseite (14) in wenigstens einem Lagensprungbereich (6) eine Einbuchtung (17) aufweist.

12. Spulenanordnung (12) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der ersten Spulenflanschseite (14) wenigstens eine Aufpolsterung (18) angeordnet ist.

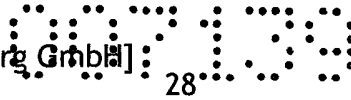
13. Spulenanordnung (12) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Höhe der Aufpolsterung (18) in dem wenigstens einen Lagenwicklungsbereich (2) konstant ist.

14. Spulenanordnung (12) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenanordnung (12) am Übergang zwischen der Wickelfläche (16) und der zweiten Spulenflanschseite (15) wenigstens einen Abstandhalter (19) aufweist, und dass insbesondere der Abstandhalter (19) eine Höhe von mindestens einem halben Wickeldrahtdurchmesser aufweist.

15. Spulenanordnung (12) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wickelfläche (16) im Wesentlichen aus einer vorgebbaren Vielzahl an Ebenen besteht, welche mit, insbesondere kantenförmigen, Umlenkbereichen (10) verbunden sind.

16. Elektrisches Bauteil (20), insbesondere für einen Elektromotor, umfassend einen Magnetkern (21) mit zwei im Wesentlichen als Durchbrechungen ausgebildeten Wickelnuten (22) und einer Spulenwicklung (1), wobei die Spulenwicklung (1) durch die Wickelnuten (22) gewickelt ist, wobei die Lagenwicklungsbereiche (2) der Spulenwicklung (1) in den Wickelnuten (22) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spulenwicklung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.

17. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1),



insbesondere einer Spulenwicklung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei wenigstens zwei Wickeldrähte (5) gleichzeitig in direkt aneinander angrenzenden Windungen (4) zu einer ersten Wicklungslage (3,24) gewickelt werden, wobei nach der ersten Wicklungslage (3,24) eine über der ersten Wicklungslage (3,24) liegende zweite Wicklungslage (3,25) gewickelt wird, wobei die Windungen (4) der zweiten Wicklungslage (3,25) in einem Lagenwicklungsbereich (2) der Spulenwicklung (1) parallel zu den Windungen (4) der ersten Wicklungslage (3,24) geführt werden.

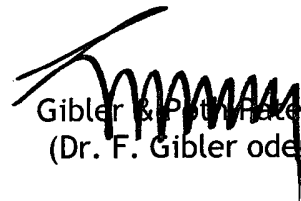
18. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wickeldrähte (5) gleichzeitig als wenigstens zwei Wickeldrahtgruppen (7) aufgewickelt werden, und dass die Position der Wickeldrähte (5) in einer Wickeldrahtgruppe (7) zueinander unverändert bleibt.

19. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1) nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Lagensprung, insbesondere in einem Lagensprungsbereich (6) der Spulenwicklung (1), die äußerste Wickeldrahtgruppe (7) der ersten Wicklungslage (3,24) in eine Position einer äußersten Wickeldrahtgruppe (7) der zweiten Wicklungslage (3,25) geführt wird.

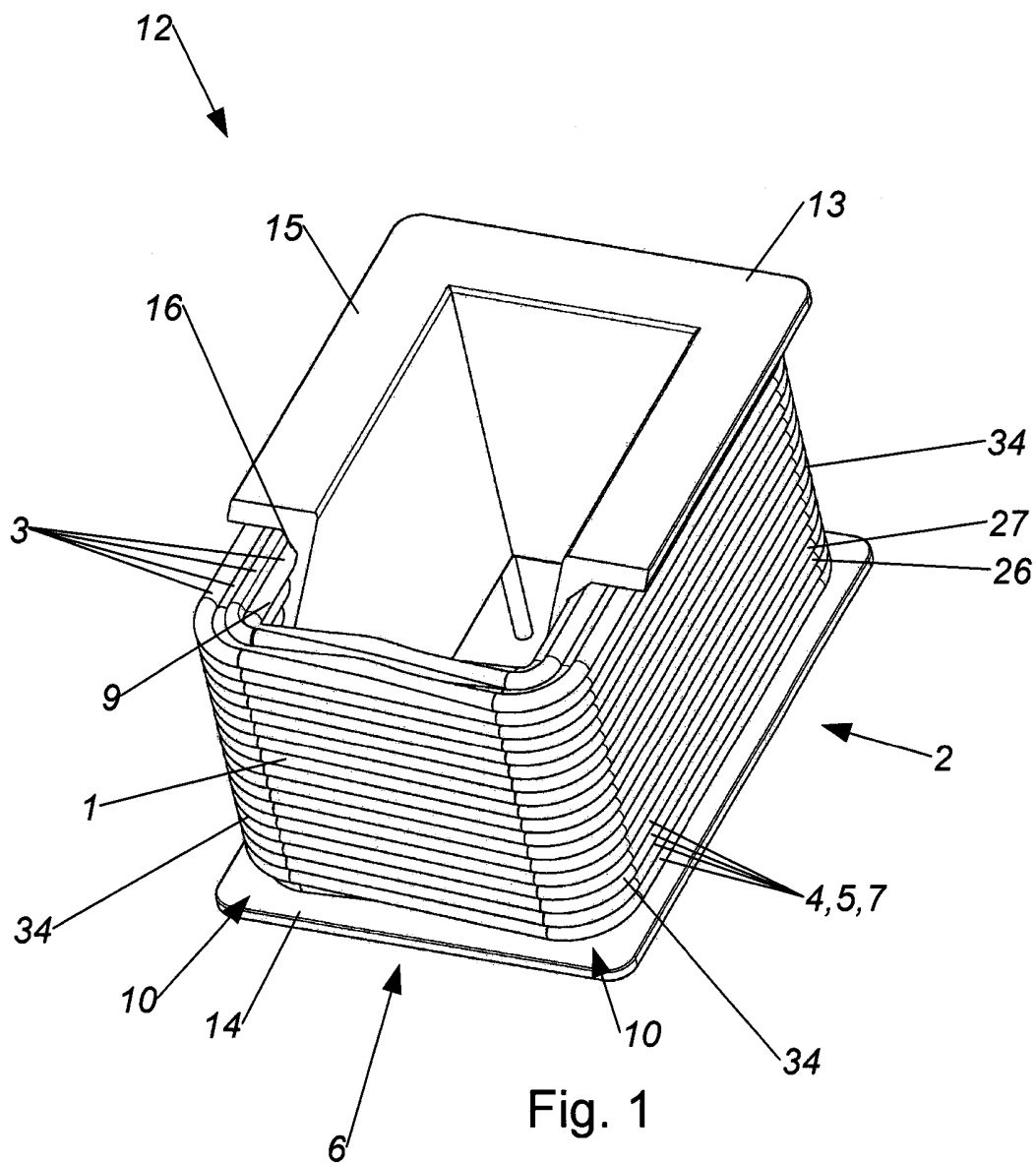
20. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1) nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem dem einen Lagensprung direkt nachfolgenden anderen Lagensprung eine andere Wickeldrahtgruppe (7) in der ersten Wicklungslage (3,24) zunächst unter die äußerste Wickeldrahtgruppe (7) der zweiten Wicklungslage (3,25) durchgeführt wird, und danach in die Position einer äußersten Wickeldrahtgruppe (7) der zweiten Wicklungslage (3,25) geführt wird.

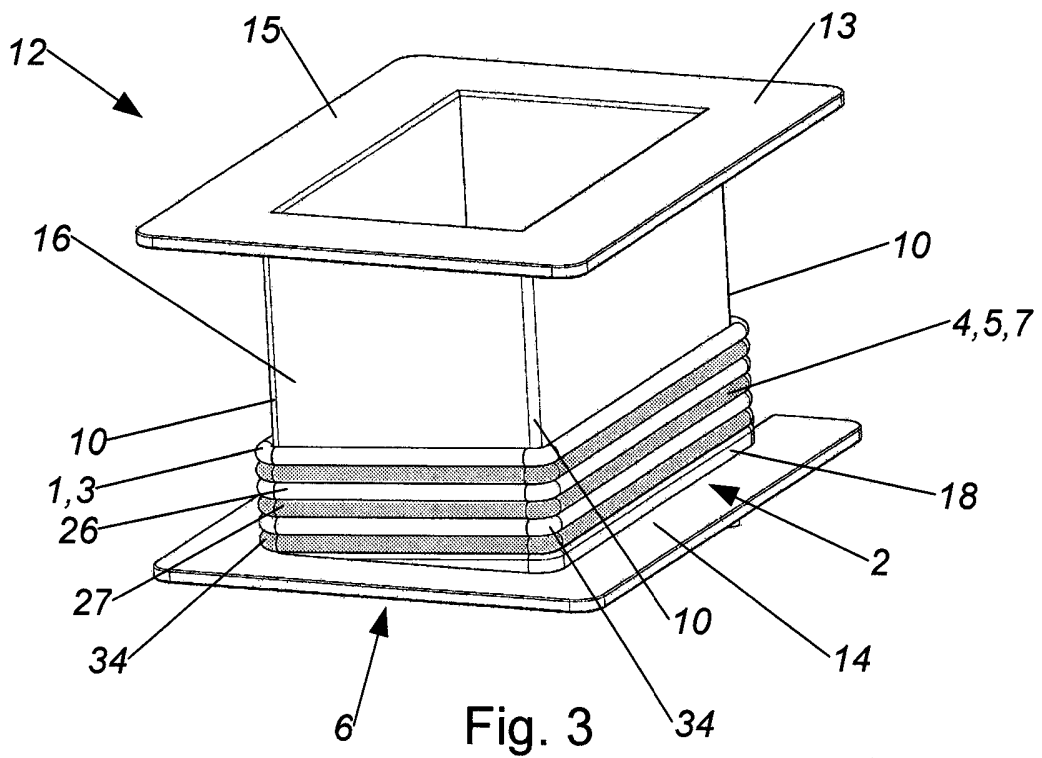
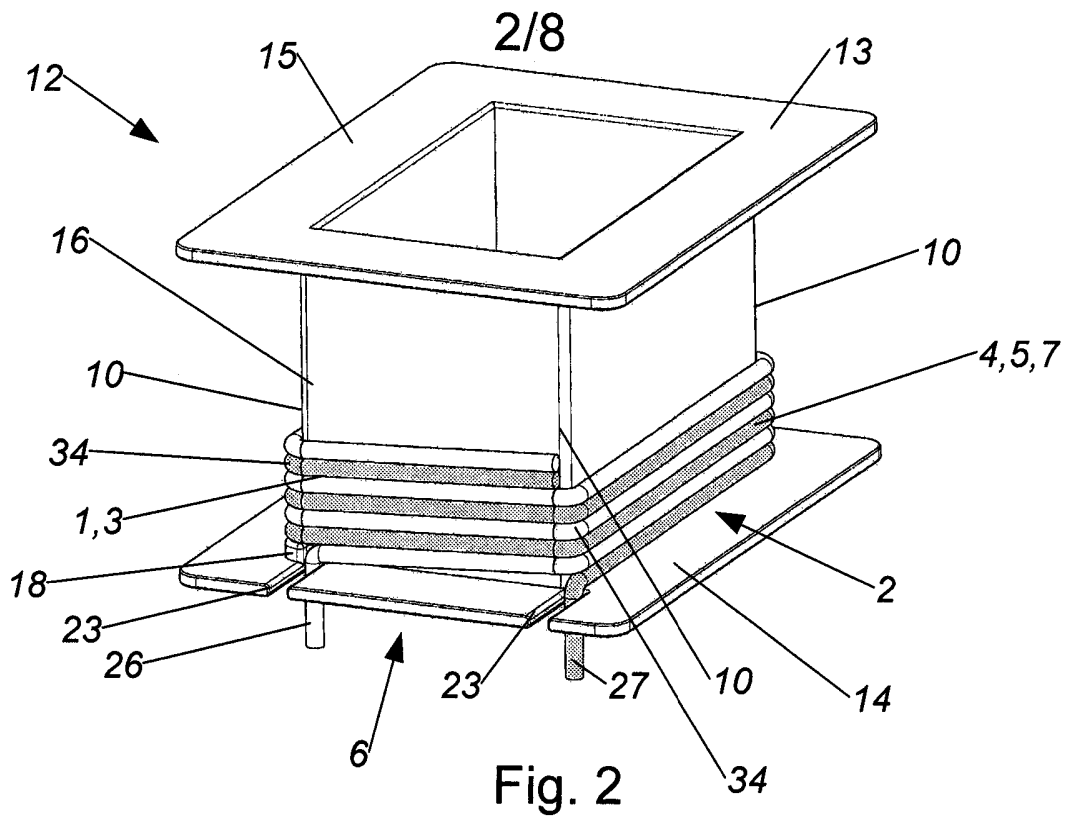
21. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1) nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Lagensprungsbereich (6) die Wickeldrahtgruppen (7), welche in der gleichen Wicklungslage 3 verbleiben, in einer Vorschubrichtung (8) um im Wesentlichen einen Wickeldrahtdurchmesser oder im Wesentlichen einem ganzzahligen Vielfachen eines Wickeldrahtdurchmessers versetzt werden.

22. Verfahren zum maschinellen Wickeln einer Spulenwicklung (1) nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass pro Wickeldrahtgruppen (7) lediglich ein Wickeldraht (5) vorgesehen ist.


Gibler & Poth Patentanwälte OG
(Dr. F. Gibler oder Dr. W. Poth)

1/8





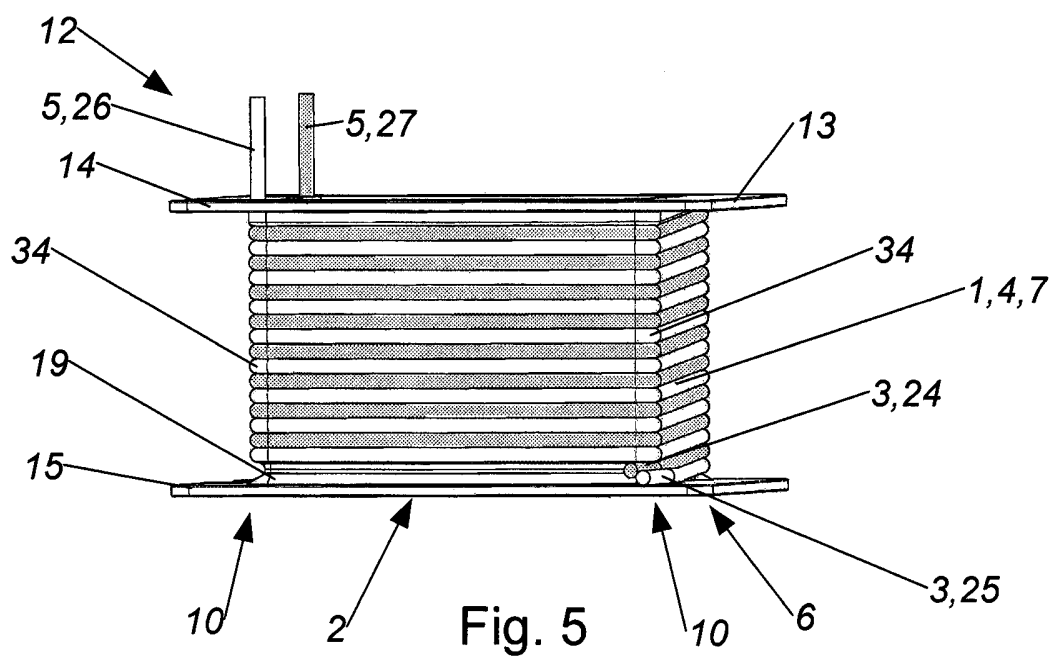
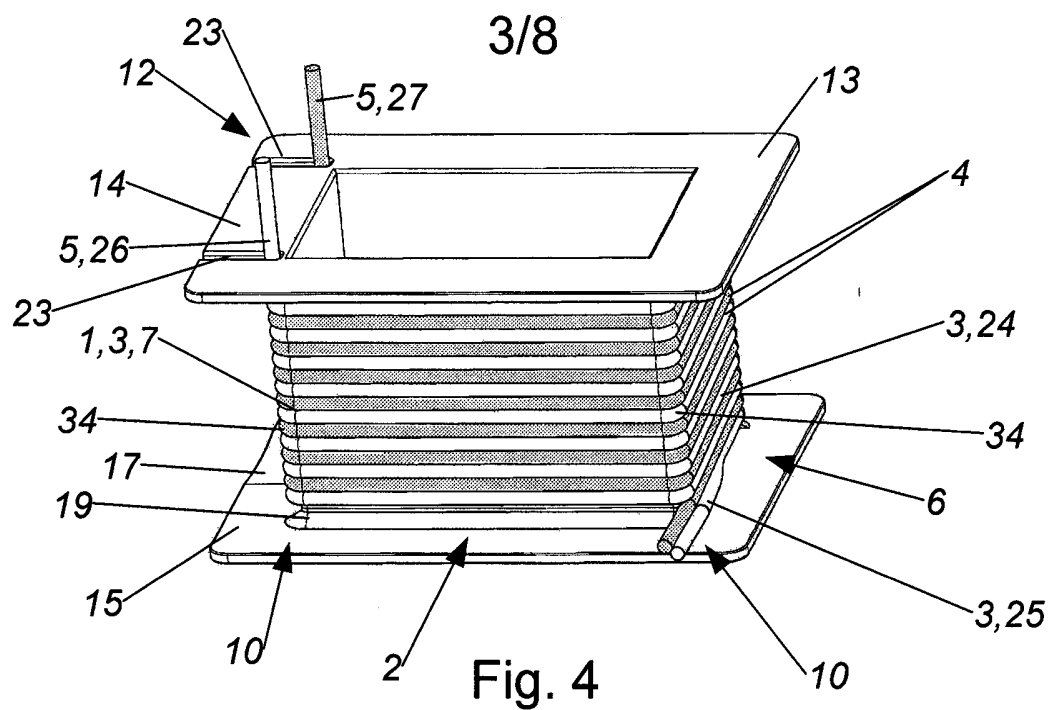
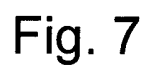
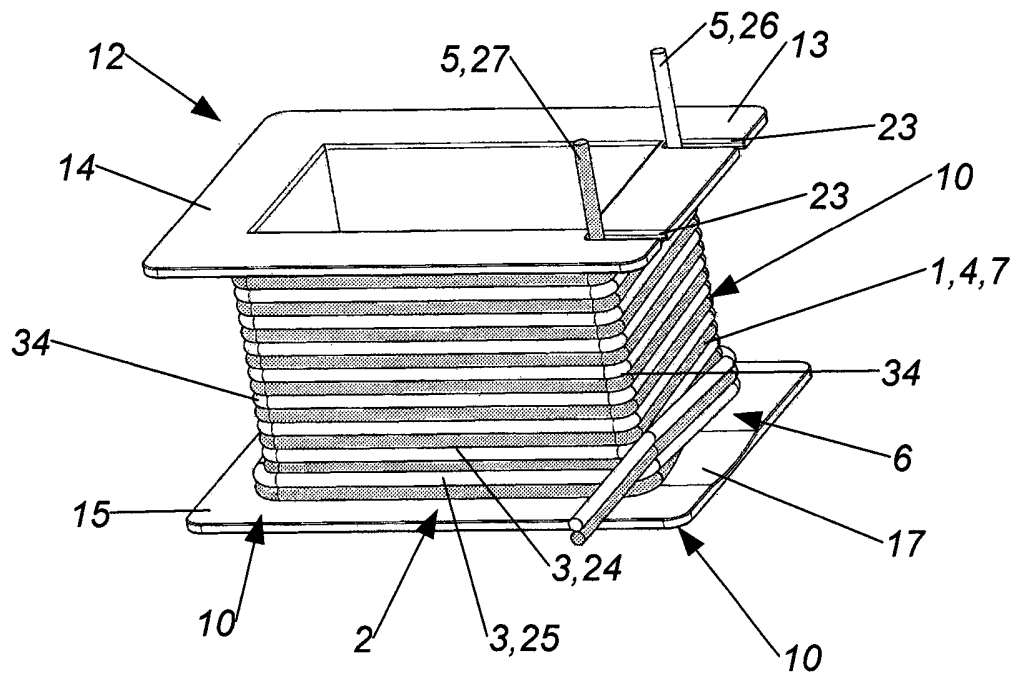
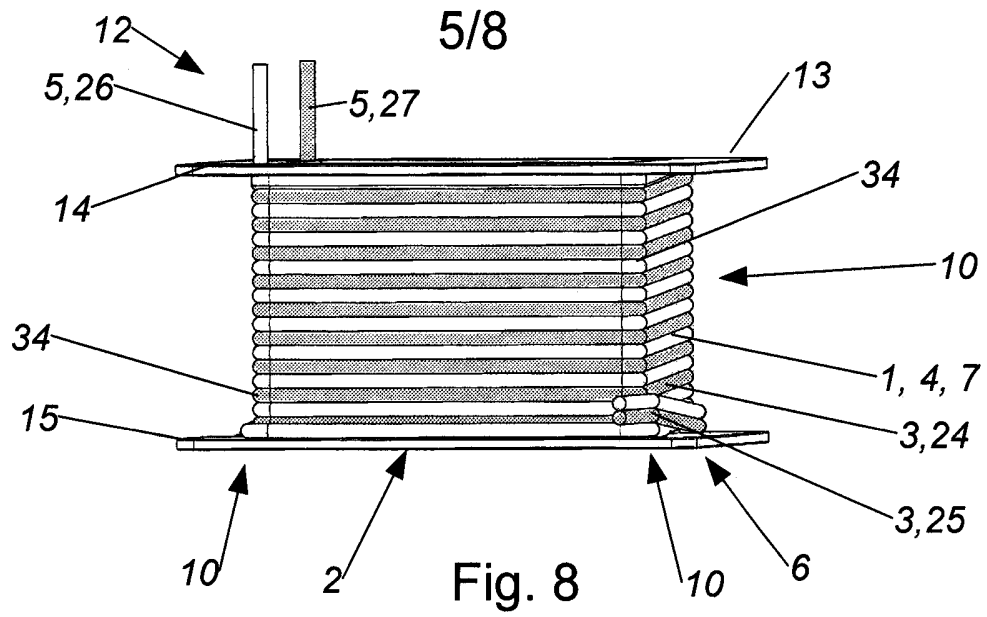
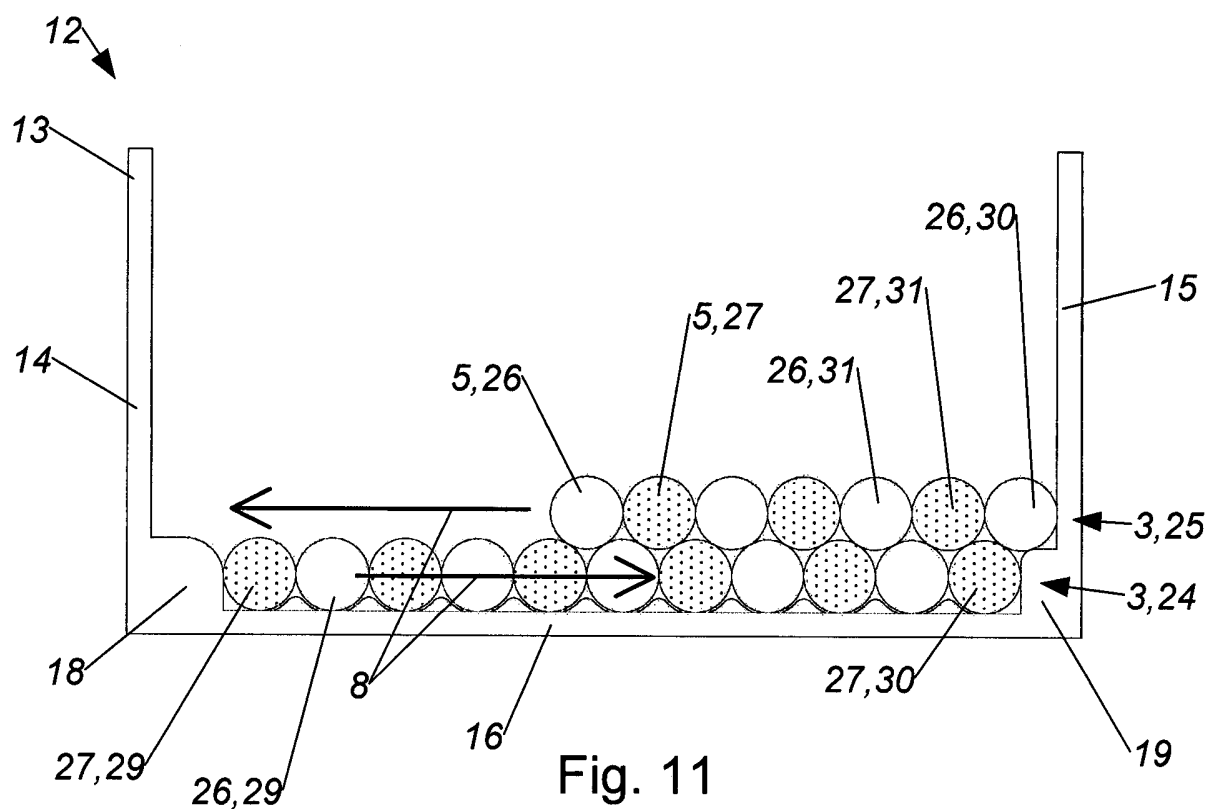
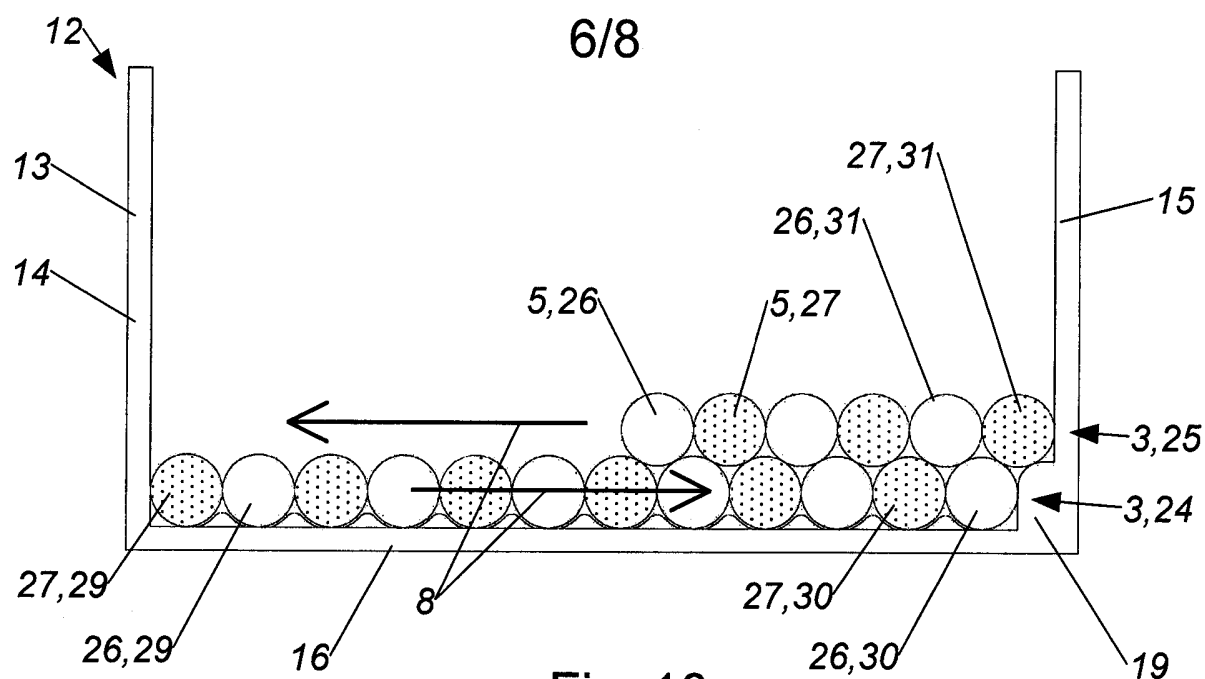




Fig. 6







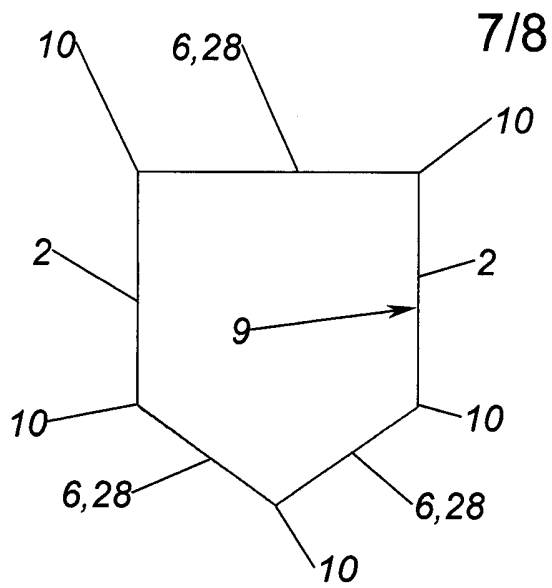


Fig. 12

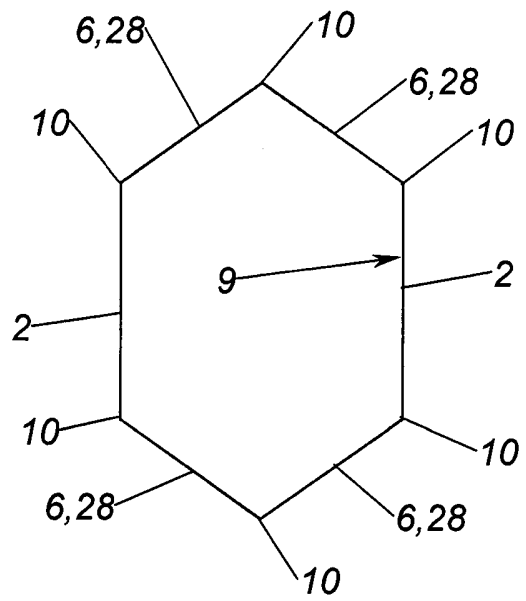


Fig. 13

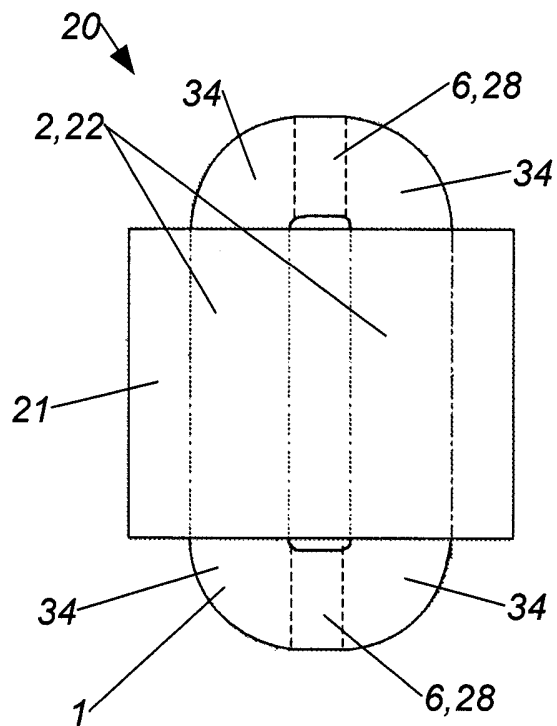


Fig. 14

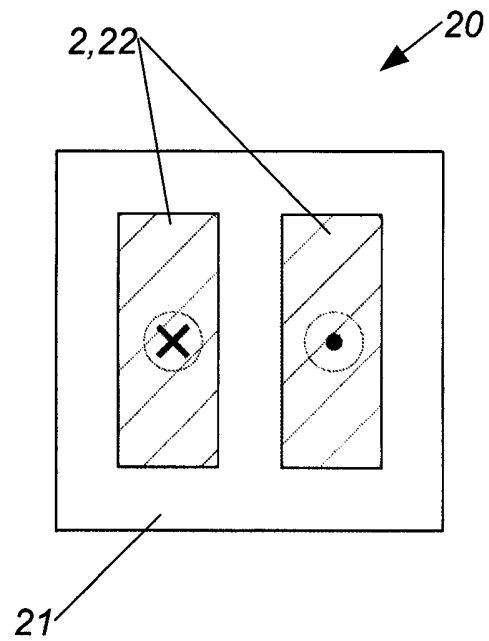


Fig. 15

8/8

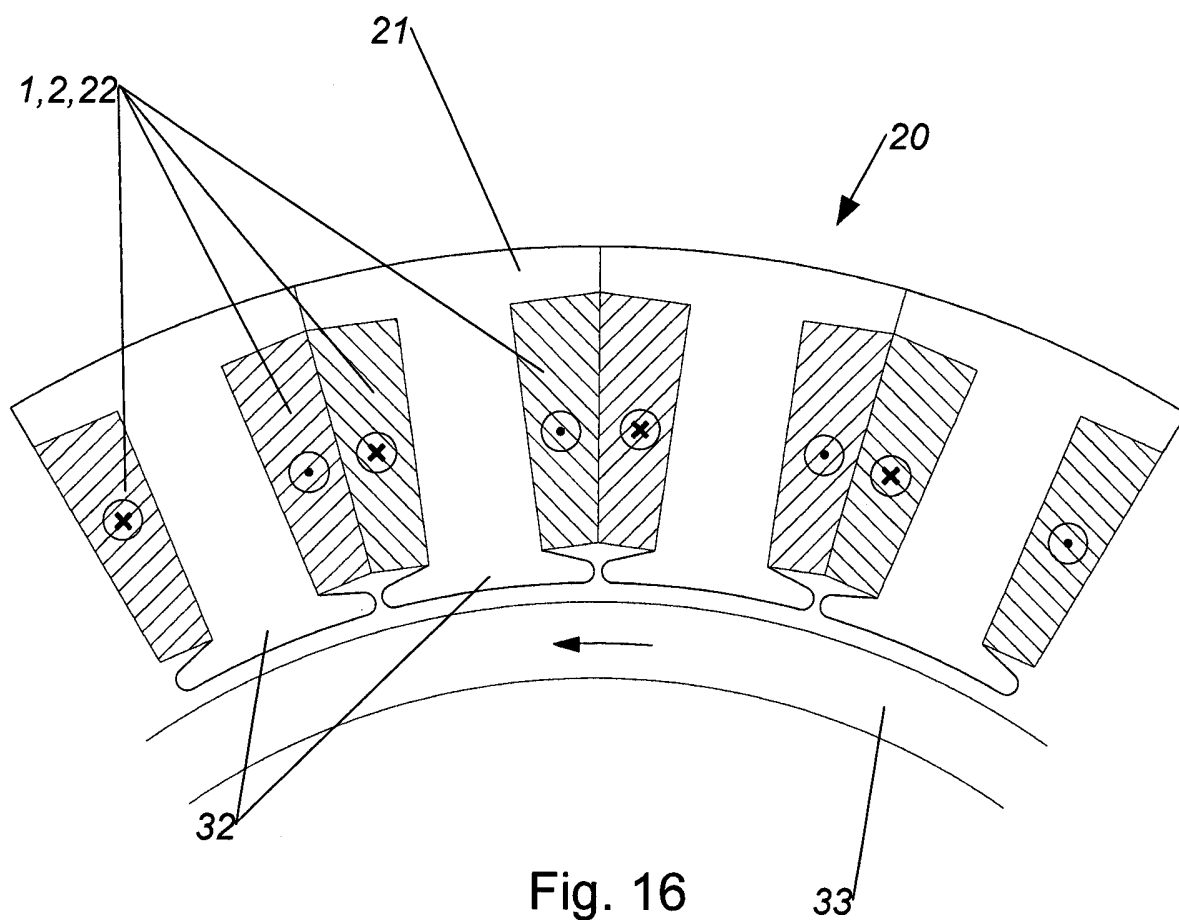


Fig. 16

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
H01F 5/02 (2006.01) ; **H02K 3/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
H01F 5/02 (2013.01) ; **H02K 3/00** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
H01F, H02K

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPI, TXInn, INTERNET: Google Patents

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **27.06.2012** eingereichten Ansprüchen **1 – 22** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 102011010682 B3 (MICRO EPSILON MESSTECHNIK GMBH & CO. KG) 21. Juni 2012 (21.06.2012) Zusammenfassung; Figuren 1, 2 und zugehörige Beschreibung.	1, 9
A		2 – 7, 10 – 22
A	EP 2387045 A1 (WUERTH ELEKTRONIK EISOS GMBH & CO KG) 16. November 2011 (16.11.2011) Zusammenfassung; Figuren 1, 2, und zugehörige Beschreibung; Paragraphen [0012], [0021].	1 – 22
A	WO 2003005382 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS N.V, PHILIPS CORPORATE INTELLECTUAL PROPERTY GMBH) 16. Jänner 2003 (16.01.2003) Zusammenfassung; Figur 1 und zugehörige Beschreibung.	1 – 22
A	WO 2011015606 A1 (FEAAM GMBH, DAJAKU GURAKUQ) 10. Februar 2011 (10.02.2011) Zusammenfassung; Figuren 19, 22 – 26 und zugehörige Beschreibung.	1 – 22
A	CN 102109056 A (ZHEJIANG SANHUA CLIMATE & APPLIANCE CONTROLS GROUP CO., LTD) 29. Juni 2011 (29.06.2011) Zusammenfassung; Figur 6.	1 – 22

Datum der Beendigung der Recherche:
05.06.2013

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

WALTER Peter

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungs-
gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungs-gegenstand kann nicht
als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die
Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen
dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für
einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach
dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem
ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch
nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage
stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.