

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 422/2007**

(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **H01F 41/06** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **16.03.2007**

(43) Veröffentlicht am: **15.11.2008**

(73) Patentinhaber:

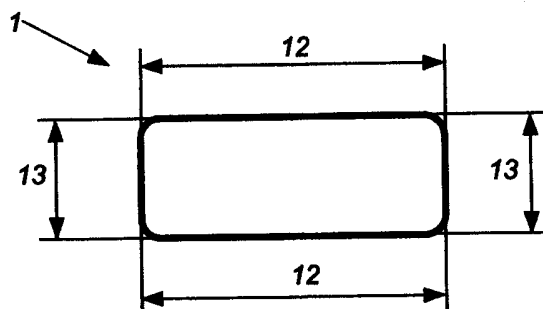
EGSTON SYSTEM ELECTRONICS  
EGGENBURG GMBH  
A-3730 EGGENBURG (AT)

(72) Erfinder:

PRAND-STRITZKO ERNST  
LANGAU (AT)

(54) **SPULE MIT EINER MASCHINENLAGENWICKLUNG**

(57) Bei einer Spule (1) mit einer Maschinenlagenwicklung aus wenigstens einem Draht (4), wobei die Spule (1) eine Spulenachse (11) aufweist, welche parallel zur Haupt-Magnetfeldrichtung der stromdurchflossenen Spule (1) angeordnet ist, wobei der wenigstens eine Draht (4) entlang des Spulenumfanges bei einer Windung (3) in ersten Bereichen (12) im Wesentlichen normal zur Spulenachse (11) geführt ist, wird zur Verbesserung der Präzision und zur Verringerung der Herstelltoleranzen vorgeschlagen, dass der wenigstens eine Draht (4) entlang des Spulenumfanges bei einer Windung (3) in ersten Bereichen (12) im Wesentlichen normal zur Spulenachse (11) geführt ist, wird vorgeschlagen, dass entlang des Spulenumfanges wenigstens zwei zweite Bereiche (13) ausgebildet sind, dass in den zweiten Bereichen (13) der wenigstens eine Draht (4) zumindest in einer der Windungen (3) jeweils zwischen einem Ende eines der zweiten Bereiche (13) und dem gegenüberliegenden Ende desselben zweiten Bereiches (13) einen Versatz (41) parallel zur Spulenachse aufweist, und dass zwischen jeweils zwei der zweiten Bereiche (13) zumindest einer der ersten Bereiche (12) ausgebildet ist.



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

Bei einer Spule (1) mit einer Maschinenlagenwicklung aus wenigstens einem Draht (4), wobei die Spule (1) eine Spulenachse (11) aufweist, welche parallel zur Haupt-Magnetfeldrichtung der stromdurchflossenen Spule (1) angeordnet ist, wobei der wenigstens eine Draht (4) entlang des Spulenumfanges bei einer Windung (3) in ersten Bereichen (12) im Wesentlichen normal zur Spulenachse (11) geführt ist, wird zur Verbesserung der Präzision und zur Verringerung der Herstelltoleranzen vorgeschlagen, dass der wenigstens eine Draht (4) entlang des Spulenumfanges bei einer Windung (3) in ersten Bereichen (12) im Wesentlichen normal zur Spulenachse (11) geführt ist, wird vorgeschlagen, dass entlang des Spulenumfanges wenigstens zwei zweite Bereiche (13) ausgebildet sind, dass in den zweiten Bereichen (13) der wenigstens eine Draht (4) zumindest in einer der Windungen (3) jeweils zwischen einem Ende eines der zweiten Bereiche (13) und dem gegenüberliegenden Ende desselben zweiten Bereiches (13) einen Versatz (41) parallel zur Spulenachse aufweist, und dass zwischen jeweils zwei der zweiten Bereiche (13) zumindest einer der ersten Bereiche (12) ausgebildet ist.

(Fig. 5)

Die Erfindung betrifft eine Spule mit einer Maschinenlagenwicklung aus wenigstens einem Draht, wobei die Spule eine Spulenachse aufweist, welche parallel zur Haupt-Magnetfeldrichtung der stromdurchflossenen Spule angeordnet ist, wobei der wenigstens eine Draht entlang des Spulenumfanges bei einer Windung in ersten Bereichen im Wesentlichen normal zur Spulenachse geführt ist.

Spulen finden zahlreiche Anwendung in elektrischen Bauteilen, beispielsweise in Transformatoren, Aktuatoren, sowie Stell- und Elektromotoren. Vor allem die jüngste Entwicklung im Transportwesen, vor allem im Automobilsektor, verlangt immer leistungsfähigere Elektromotoren bei gleichzeitig beschränkten oder immer geringeren Abmessungen der Elektromotoren.

Die Wicklung, also die Gesamtheit der Windungen, von Spulen können auf unterschiedliche Arten gewickelt werden. Bekannt ist die unregelmäßige Wicklung, welche auch wilde Wicklung genannt wird, bei welcher nur wenig auf die Lagepositionierung der einzelnen Windungen geachtet wird und die Windungen – vor allem in höheren Wickellagen – ungeordnet liegen. Eine weitere mögliche Wicklung ist die sogenannte schraubenförmige Wicklung. Bei dieser wird der Draht unter konstantem Vorschub des Wickelarms und konstantem Versatz des Drahtes gewickelt, wobei ab der zweiten Wickellage es zu Unregelmäßigkeiten aufgrund einander sich kreuzender Windungen der momentan gewickelten Wickellage zur darunterliegenden Wickellage kommt, was hauptsächlich auf die unterschiedliche Neigung des Drahtes der unterschiedlichen benachbarten Wickellagen zurückzuführen ist. Ebenso ist die orthozyklische Wicklung bekannt. Bei diesem Wickelverfahren wird dabei entlang eines Großteils des Umfanges ohne Drahtversatz gewickelt und der gesamte Versatz des Drahtes einer Windung auf einen Teilbereich des Umfanges konzentriert. Dieses Verfahren stellt die höchsten Anforderungen an die Wickelmaschine, die Präzision der Wickelmaschine und stellt auch das langsamste der drei aufgelisteten Wickelverfahren dar.

Aufgabe der Erfindung ist es eine Spule der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass der Herstellungsprozess beschleunigt und die Belastung der Wickelmaschine gesenkt werden kann, wobei mit hoher Präzision und gleichbleibend reproduzierbaren geringen Fertigungstoleranzen gefertigt und der Füllgrad einer Spulenanordnung mehrerer Spulen im elektrischen Bauteil erhöht werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass entlang des Spulenumfanges wenigstens zwei zweite Bereiche ausgebildet sind, dass in den zweiten Bereichen der wenigstens eine Draht zumindest in einer der Windungen jeweils zwischen einem Ende eines der zweiten Bereiche und dem gegenüberliegenden Ende desselben zweiten Bereiches einen Versatz parallel zur Spulenachse aufweist, und dass zwischen jeweils zwei der zweiten Bereiche zumindest einer der ersten Bereiche ausgebildet ist.

Dadurch wird der Versatz des Drahtes parallel zur Spulenachse entlang einer Windung auf wenigstens zwei zweite Bereiche aufgeteilt, womit die der Versatz des Drahtes und somit die Breite des Versatzes, in jedem der zweiten Bereiche verringert wird. Damit wird die Querschleunigung des den Draht führenden Wickelarms verringert und bei konstanter Umdrehungszahl des Spulenträgers wird die Belastung der Wickelmaschine reduziert. Durch die Reduktion der Belastung der Wickelmaschine kann wiederum während des Wickelvorganges die Umdrehungszahl gesteigert, mehr Windungen pro Zeiteinheit können gewickelt und der Herstellungsprozess der Spule kann auf diese Weise weiter beschleunigt werden. Durch eine Kombination der beiden Effekte, beschleunigte Herstellung und verringerte Belastung der Wickelmaschine, wird die Spule weiterhin mit hoher Präzision und gleichbleibend reproduzierbaren geringen Toleranzen gefertigt. Die beim Wickelvorgang auftretenden hohen Beschleunigungskräfte des Wickelarms in der Wickelmaschine werden verringert, womit die Umdrehungszahlen beim Wickeln erhöht und der Herstellungsprozess der Spulen beschleunigt wird. Dadurch kann die Herstellung einer großen Anzahl von Spulen beschleunigt und die Herstellungskosten können gesenkt werden. Da dabei der Versatz des Drahtes entlang des Umfangs der Spule auf mehrere Bereiche aufgeteilt wird, kann auch von geteiltem orthozyklischem Wickeln von Spulen umfassend einen oder mehreren Drähten gesprochen werden.

In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Draht diesen Versatz in zumindest einem Großteil der Windungen aufweist. Dadurch kann auch bei einer Vielzahl von Windungen eine Spule mit geordneten Windungen ausgebildet sein und eine wilde Wicklung kann auch in höheren Wickellagen, beispielsweise in Wickellagen ab der sechsten Wickellage, vermieden werden. Derart können Leerräume an der Spule vermieden werden und der Füllgrad kann weiter erhöht werden.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zwei der ersten Bereiche diametral gegenüberliegend angeordnet sind. Dabei können die Windungen der in beiden diametral gegenüberliegenden ersten Bereichen in Richtung der

Spulenachse versetzt, insbesondere um den Betrag eines halben Durchmessers versetzt, angeordnet sein. Dies ermöglicht bei benachbarter Anordnung mehrerer Spulen, dass Erhöhungen der Windungen einer Spulenaußenseite der einen Spule in Windungszwischenräume zwischen Windungen der Spulenaußenseite der zur einen Spule benachbarten Spule angeordnet werden, sodass der Abstand zwischen den benachbarten Spulen verringert werden kann und derart der Füllgrad von einer Spulenanordnung mehrerer Spulen weiter erhöht werden kann.

In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Summe des Versatzes einer Windung entlang des Umfangs der Spule im Wesentlichen der Breite eines Drahtes oder der Breite der Anzahl der parallel und gleichzeitig gewickelten Drähte entspricht. Dadurch kann der Versatz einer Windung in jedem der wenigstens zwei zweiten Bereiche entlang des Umfangs der Spule im Wesentlichen auf die Größe des Drahtdurchmessers geteilt durch die Anzahl der zweiten Bereiche reduziert werden, die Querschleunigung des Wickelarms kann verringert und der Herstellprozess beschleunigt werden. Insbesondere kann dabei auf das für die Spule zur Verfügung stehende Volumen im elektrischen Bauteil in besonderer Weise eingegangen werden, indem die zweiten Bereiche den individuellen geometrischen Rahmenbedingungen des elektrischen Bauteils angepasst werden können. Der Versatz einer Windung kann dabei in den verschiedenen zweiten Bereichen auch unterschiedlich groß ausgebildet sein, sodass beispielsweise in einem der zweiten Bereiche ein größerer Teil des Drahtversatzes, also des Versatzes der Windung, und in weiteren zweiten Bereichen kleinere Teile des Drahtversatzes ausgebildet sind. Die Kombinationsmöglichkeiten von Anzahl, Größe und Richtung des Drahtversatzes in den einzelnen zweiten Bereichen ermöglichen es dabei, die Spule und die Spulenaußenseite verschiedensten geometrischen Rahmenbedingungen anzupassen.

Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass die Windungen auf zumindest einem Träger aufgewickelt sind, wobei der Träger Führungen für eine innerste Wickellage aufweist. Der Träger kann nach dem Wickeln in der Spule verbleiben und kann weiters zur Montage und zur Positionierung der Spule im elektrischen Bauteil genutzt werden. Derart können mittels der Führungen, welche insbesondere als Riefen mit einer vorbestimmten Tiefe der Riefen, einem vorbestimmten Innenradius der Riefen und einem vorbestimmten Abstand zwischen den Riefen ausgebildet sind, die Windungen der ersten Wickellage mit vorbestimmter Präzision und vorbestimmter Toleranz gewickelt werden. Fehler und Ungenauigkeiten in der innersten Wickellage, welche sich auch auf die Präzision in

darauffolgend gewickelten Wickellagen auswirken würden, können derart vermieden werden. Da sich der Draht durch die Kräfte während des Wickelns nach Möglichkeit in die der Spulenchse nächstliegenden Stellen der Führungen legt, so können mittels dieser Führungen Ungenauigkeiten des Wickelarmes ausgeglichen werden, wodurch die Präzision und die Reproduzierbarkeit der Spulengeometrie weitere erhöht werden kann.

In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, dass der Träger zumindest in den zweiten Bereichen ausgebildet ist. Dadurch kann der Träger besonders volumens- und gewichtssparend ausgebildet sein. Im elektrischen Bauteil, insbesondere im Elektromotor, kann das Gewicht der bewegten Teile reduziert werden, wodurch sich besseres Beschleunigungsverhalten der bewegten Teile einstellen kann. Durch die besonders volumensparende Ausbildung des Trägers, oder der mehreren Träger, wenn diese nicht zusammenhängen, kann das für jede einzelne Spule im elektrischen Bauteil zur Verfügung stehende Volumen noch besser genutzt werden und der Füllgrad, definiert als vom Draht der Spulen genutztes Volumen geteilt durch das für die Spulen zur Verfügung stehende Volumen, kann weiter erhöht werden. Durch die Führungen in den zweiten Bereichen kann der Vorschub des Wickelarms vom zu wickelnden Versatz des Drahtes in diesen zweiten Bereichen abweichen und dennoch wird sich der Draht in die Führungen legen, wobei durch den Träger und durch die Führungen im Träger die Präzision und die Reproduzierbarkeit der Geometrie der innersten Wickellage und der Spulengeometrie gewährleistet ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass der Träger mehrstückig aus mehreren voneinander beabstandeten Einzelträgern ausgebildet ist. Dabei kann Gewicht, Material und wertvoller Raum im elektrischen Bauteil eingespart werden. Durch das geringere Gewicht kann die Reaktionsgeschwindigkeit der Spulenanordnung aus Stromänderungen weiter erhöht werden, wodurch sich auch Verbesserungen der Reaktionszeit des gesamten elektrischen Bauteils ergeben können. Insbesondere kann Gewicht und Volumen eingespart werden wenn die Einzelträger im Wesentlichen lediglich in den mehreren voneinander beabstandeten zweiten Bereichen ausgebildet sind.

Die Erfindung betrifft weiters ein elektrisches Bauteil, insbesondere Elektromotor, mit einer Spulenanordnung, insbesondere einer ringförmigen Spulenanordnung, wobei das elektrische Bauteil zumindest eine Spule nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst. Derart können die Spulen im elektrischen Bauteil noch näher zueinander positioniert werden, sodass wertvoller Bauraum eingespart, das elektrische Bauteil kleiner

ausgeführt und/oder die Leistung des elektrischen Bauteils weiter gesteigert werden kann, wobei der Füllgrad des elektrischen Bauteils mit Draht weiter erhöht werden kann.

In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, dass zumindest zwei der Windungen wenigstens einer der Spulen nach einem der Ansprüche bis in die von den Windungen einer weiteren Spule gebildeten Windungszwischenräume eingreifen. Dadurch kann insbesondere bei ringförmigen Spulen das freie Volumen zwischen den Spulenaußenseiten benachbarter Spulen weiter verringert und der Füllgrad der Spulenanordnung kann weiter erhöht werden.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Spulenaußenseite zumindest einer der Spulen wenigstens eine Stufe aufweist, wobei die wenigstens eine Stufe von außenliegenden Windungen einer unteren Wickellage und einer außenliegenden Windung einer oberen Wickellage gebildet ist, dass – in einer die Spulenchse enthaltenden Schnittebene gesehen – eine Stufenfreifläche durch die Windungen der Stufe und die äußere Tangente an die Windungen der Stufe gebildet ist, und dass in eine der wenigstens einen Stufenfreifläche eine weitere der Spulen eingreift. Derart können auch komplexe Geometrien des elektrischen Bauteils durch die einzelnen Spulenanordnungen ausgebildet werden. Insbesondere kann ein besonders kleiner Durchmesser der ringförmigen Spulenanordnung realisiert werden, wobei die Zwischenräume zwischen den benachbarten Spulen und der Füllgrad der Spulenanordnung noch weiter erhöht werden kann.

In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, dass zumindest zwei benachbarte der Spulen jeweils eine stufenförmige Spulenaußenseite aufweisen, wobei die Stufen der einander zugewandten Spulenaußenseiten dieser Spulen so angeordnet sind, dass der Abstand der Spulenaußenseiten im Wesentlichen kleiner oder gleich dem 1,3fachen, vorzugsweise dem 1,2fachen, insbesondere dem 1,1fachen, des Drahtdurchmessers ist. Derart sind besonders geringe Leervolumina auch zwischen den benachbarten Spulen realisierbar, sodass der Füllgrad der Spulenanordnung weiter erhöht wird und die Leistungsdichte der Spulenanordnung weiter gesteigert werden kann.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung einer Spule mit einer Maschinenlagenwicklung aus wenigstens einem Draht, wobei die Spule eine Spulenchse aufweist, welche parallel zur Haupt-Magnetfeldrichtung der stromdurchflossenen Spule angeordnet ist, wobei der wenigstens eine Draht entlang des Spulenumfanges bei einer Windung in ersten Bereichen im Wesentlichen normal zur Spulenchse geführt wird, wobei entlang des Spulenumfanges bei zumindest einer Windung wenigstens zwei zweite Bereiche

ausgebildet werden, dass in den zweiten Bereichen der wenigstens eine Draht zumindest einer der Windungen zwischen einem Ende des zweiten Bereiches und dem gegenüberliegenden Ende desselben zweiten Bereiches parallel zur Spulenachse versetzt wird, und dass zwischen jeweils zwei der zweiten Bereiche zumindest einer der ersten Bereiche ausgebildet wird. Dadurch wird der Versatz des Drahtes entlang einer Windung auf wenigstens zwei zweite Bereiche aufgeteilt, womit die der Drahtversatzes und somit die Breite des Versatzes, in jedem der zweiten Bereiche verringert wird. Damit wird die Querschleunigung des den Draht führenden Wickelarms verringert und bei konstanter Umdrehungszahl des Spulenträgers wird die Belastung der Wickelmaschine reduziert. Dies ermöglicht eine beschleunigte Herstellung und verringerte Belastung der Wickelmaschine, wobei die Spule weiterhin mit hoher Präzision und gleichbleibend reproduzierbaren geringen Toleranzen gefertigt werden kann.

In diesem Zusammenhang kann in vorteilhafter Weiterführung der Erfindung vorgesehen sein, dass der Draht bei dem Wickeln von zumindest einer Mehrzahl der Windungen zumindest einer der Wickellagen mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit parallel zur Spulenachse geführt wird. Derart kann die Wickelgeschwindigkeit, also die gewickelten Windungen pro Zeiteinheit, weiter erhöht werden, wobei eine die Spulen eine hohe Präzision und geringe Toleranzen aufweisen. Die Vorschubgeschwindigkeit des Wickelarms kann dabei in den ersten Bereichen und in den zweiten Bereichen im Wesentlichen konstant sein, wodurch die Belastungen der Wickelmaschine weiter reduziert werden und insbesondere der Wickelprozess weiter beschleunigt werden kann. Dabei kann der Draht beim Wickeln durch eine Führungen in einem Träger oder durch die führende Wirkung einer direkt darunterliegenden Wickellage in den ersten Bereichen ohne Versatz gewickelt werden und in den zweiten Bereichen mit Versatz gewickelt werden. Derart kann der Versatz des Drahtes und die Vorschubgeschwindigkeit der Drahtführung, insbesondere des Wickelarmes, voneinander abweichen, wobei weiterhin eine Maschinenlagenwicklung mit hoher Präzision und geringen Maßtoleranzen gefertigt werden kann.

Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigeschlossenen Zeichnungen, in welchen Ausführungsformen beispielhaft dargestellt sind, näher beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 Einen Teil einer Spule einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 zwei benachbarte Spulen einer zweiten Ausführungsform als einen Teil einer ringförmigen Spulenanordnung um eine Zentralachse im Schnitt;

Fig. 3 zwei benachbarte unterschiedliche Spulen einer dritten und vierten Ausführungsform als einen Teil einer ringförmigen Spulenanordnung um eine Zentralachse im Schnitt;

Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf eine runde Spule einer fünften Ausführungsform;

Fig. 5 eine schematische Draufsicht auf eine viereckige Spule einer sechsten Ausführungsform;

Fig. 6 eine schematische Draufsicht auf eine sechseckige Spule einer siebten Ausführungsform und

Fig. 7 eine schematische Darstellung zweier aufeinanderfolgender Windungen einer Spule einer achten Ausführungsform.

Fig. 8 eine Spule gemäß der zweiten Ausführungsform umfassend einen Draht und zwei Stufen entlang der Spulenhöhe im Schnitt.

Die Fig. 1 bis 8 eignen bevorzugte Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Spule 1 mit einer Maschinenlagenwicklung, insbesondere einer Maschinenpräzisionswicklung, aus wenigstens einem Draht 4, wobei die Spule 1 eine Spulenachse 11 aufweist, welche parallel zur Haupt-Magnetfeldrichtung der stromdurchflossenen Spule 1 angeordnet ist, wobei der Draht 4 entlang des Spulenumfanges bei einer Windung 3 in ersten Bereichen 12 im Wesentlichen normal zur Spulenachse 11 geführt ist, wobei entlang des Spulenumfanges wenigstens zwei zweite Bereiche 13 ausgebildet sind, dass in den zweiten Bereichen 13 der wenigstens eine Draht 4 zumindest in einer der Windungen 3 jeweils zwischen einem Ende eines der zweiten Bereiche 13 und dem gegenüberliegenden Ende desselben zweiten Bereiches 13 einen Versatz 41 parallel zur Spulenachse aufweist, und dass zwischen jeweils zwei der zweiten Bereiche 13 zumindest einer der ersten Bereiche 12 ausgebildet ist. Da dabei der Versatz 41 des Drahtes 4 entlang des Umfangs der Spule 1 auf mehrere Bereiche, also mehrere zweite Bereiche 13, aufgeteilt werden kann, kann dabei auch von geteiltem orthozyklischem Wickeln von Spulen 1 umfassend einen oder mehreren Drähten 4 gesprochen werden.

Dabei wird versucht das vorgegebene Volumen im Stell- oder Elektromotor möglichst vollständig mit dem die Spule ausbildenden Draht zu befüllen, um die Leistungsdichte zu erhöhen und immer leistungsfähigere Motoren bei gleichbleibenden Abmessungen oder immer kleinere und leichtere Motoren bei gleichbleibender Leistung

auszubilden und deshalb der Füllgrad der Spule, also das Verhältnis von mit Spulendraht befülltem Spulenvolumen zum gesamten Spulenvolumen, nach Möglichkeit weiter erhöht werden soll.

Das – an sich bekannte – orthozyklische Wickeln, also das Wickeln einer Wicklung der Spule 1 mit einem auf einen Teilbereich des Spulenumfangs beschränkten Bereich des Versatzes 41 des Drahtes 4 entlang des Spulenumfangs, also einem zweiten Bereich 13, in welchem der Versatz 41 des Drahtes ausgebildet ist, ermöglicht Spulen 1 mit hoher Ordnung der Windungen 3. Wenn erfindungsgemäß entlang des Umfang der Spule 1 mehrere, voneinander beabstandete zweite Bereiche 13, ausgebildet sind und in jedem dieser Bereiche ein Versatz 41 des Drahtes 4 der Windung 3 ausgebildet ist, dann kann dies als geteilte orthozyklisches Wickeln bezeichnet werden.

In der Wickelmaschine kann einen Träger 2 derart vorgesehen sein, dass die Windungen 3 auf zumindest einem Träger 2 aufgewickelt sind, wobei der Träger 2 Führungen für eine innerste Wickellage 31 aufweist. Dabei kann von externem Wickeln gesprochen werden, da die Spule 1 erst bei der Montage im elektrischen Bauteil am Spulenkern angebracht wird. Beim externen Wickeln kann der Draht 4 auf einem Spulenträger aufgewickelt sein, wobei der Spulenträger als Träger 2, welcher auch nach dem Wickeln in der Spule 1 verbleiben kann, ausgebildet sein kann. Der Spulenträger kann die präzise Anordnung der Windungen 3 der innersten Wickellage 31 unterstützen. Der Spulenträger kann hierzu an der Fläche, welche mit der Spuleninnenseite in unmittelbaren Kontakt steht, eine strukturierte Oberfläche in Form einer Riffelung aufweisen. In den Riefen der Riffelung können die einzelnen Windungen 3 der innersten Wickellage 31 beim Wickeln, sprich während des Wickelvorganges, geführt werden. Auf diese Weise können die Windungen 3 zueinander und zum Spulenträger oder dem Träger 2 mit vorbestimmbarer Toleranz angeordnet und eine präzise oder hochpräzise Maschinenlagenwicklung ermöglicht werden. Dabei kann der Träger 2 vorteilhafterweise mehrstückig aus mehreren voneinander beabstandeten Einzelträgern und/oder mindestens in den zweiten Bereichen ausgebildet sein. Die Spule 1 umfasst einen Draht 4, welcher einen Leiter und eine Isolationsschicht, vorzugsweise eine Lackisolation aufweist. Der Leiter kann Metalle, insbesondere Aluminium, Kupfer, Silber oder einer Legierung dieser Metalle, umfassen und gezogen, gegossen oder gewalzt sein. Der Querschnitt des Drahtes 4 kann rund, elliptisch, rechteckig, quadratisch oder mehreckig ausgebildet sein. Der Draht 4 kann gezogen, gewalzt oder gegossen werden.

Der Träger 2 kann aus unterschiedlichen Materialien ausgebildet sein, welche unterschiedliche Oberflächenhärtegrade aufweisen. Vorteilhafterweise kommen dazu isolierende Materialien, beispielsweise Kunststoffe, insbesondere Thermoplaste, oder mittels einer Isolationsschicht beschichtete Metalle zum Einsatz. Die in dem Träger, welcher auch mehrstückig ausgebildet sein kann und insbesondere können mehrere voneinander beabstandete Einzelträger in den zweiten Bereichen der Spule 1 ausgebildet sein, ausgebildeten Führungen sind derart ausgebildet, dass jede der Windungen 3 der innersten Wickelschicht 31, welche eine Spuleninnenseite 14 ausbildet, beim Wickeln exakt in der Lage positioniert werden, wobei jede Windung 3 in exakt eine der für die Windungen 3 ausgebildeten Führungen gewickelt wird. Hierzu sind die Führungen insbesondere als konkave Rinnen ausgebildet, welche im Wesentlichen die Geometrie einer Negativkontur eines Teiles der Außenfläche des Drahtes 4 aufweist und wobei die Tiefe der Rinnen in etwa 10 bis 30 Prozent des Durchmessers des Drahtes 4 betragen kann. Alternativ könnte der Träger 2, oder die mehreren Einzelträger, der Spule 1 eine weiche Oberflächenbeschichtung aufweisen, sodass der Draht 4 beim Wickeln in diese weiche Oberflächenschicht zumindest zu in etwa 10 bis 30 Prozent des Durchmessers des Drahtes 4 eingedrückt wird und derart ein seitliches Verrücken jeder der Windungen 3 beim nachfolgendem Wickeln verhindert wird. Die exakte und regelmäßige Anordnung jeder Windung 3 der innersten Wickelschicht 31 sowohl in den mehreren ersten Bereichen 12 und in den mehreren zweiten Bereichen 13 ist von Bedeutung, da sich Positionierfehler einzelner Windungen 3 auf die regelmäßige Anordenbarkeit und die regelmäßige Anordnung der Windungen 3 in den nachfolgend darüberliegenden Wickelschichten 31 auswirkt. Der letztgenannte Effekt tritt oftmals beim Wickeln von Spulen 1 mit einer Mehrzahl von Wickelschichten 31 auf, wobei die inneren, beispielsweise vier, Wickelschichten 31 geordnet gewickelt werden und aufgrund einer sich von der innersten Wickelschicht 31 fortpflanzenden Wickelungenauigkeit ab der beispielsweise fünften Wickelschicht 31 eine Unordnung und damit eine wilde Wicklung auftritt. Mit den nachfolgend beschriebenen Methoden kann das Auftreten dieser wilden Wicklung auch bei Spulen 1 mit einer größeren Anzahl von Wickelschichten 31, beispielsweise sieben bis zehn Wickelschichten 31, insbesondere auch über zehn Wickelschichten 31, mit technisch einfach zu realisierenden Mitteln vermieden werden.

Der Versatz 41 des Drahtes 4 kann entlang einer Windung 3 auf mehrere zweite Bereiche 13 aufgeteilt werden, wodurch jeder Versatz 41 des Drahtes 4 in jedem der zweiten Bereiche 13 verringert werden kann. Der Versatz 41 des Drahtes 4 wird ausgebildet

durch den Vorschub des Wickelarms beim Wickelvorgang. Damit kann die Steigung und die Abweichung der Ausrichtung des Drahtes 4 im zweiten Bereich 13 von der parallelen Ausrichtung zur Deckfläche 16 und/oder zur Grundfläche 17 geringer sein und die Querschleunigung des den Draht 4 führenden Wickelarms kann verringert werden. Bei konstanter Umdrehungszahl des Trägers 2 wird die Belastung der Wickelmaschine beim Wickeln deutlich reduziert. Durch die deutliche Reduktion der Belastung der Wickelmaschine kann wiederum während des Wickelvorganges die Umdrehungszahl des Spulenträgers, insbesondere des Trägers 2, gesteigert werden und somit können mehr Windungen 3 pro Sekunde gewickelt und der Herstellungsprozess der Spule 1 kann beschleunigt werden. Durch eine Kombination der beiden Effekte, beschleunigte Herstellung und verringerte Belastung der Wickelmaschine, wird ein optimierter Herstellungsprozess erreicht, wobei die Spule 1 weiterhin mit hoher Präzision und gleichbleibend reproduzierbaren geringen Toleranzen gefertigt werden kann.

Die wenigstens zwei zweiten Bereiche 13 können in zumindest einem Großteil der Windungen 3 und/oder über eine Vielzahl von Spulen 1 ausgebildet sein. Derart können mehrere identische Spulen im elektrischen Bauteil, insbesondere im Elektromotor, angeordnet und zueinander benachbart positioniert werden.

Der Draht 4 einer Windung 3 kann in einer ersten Wickellage 31, insbesondere der innersten Wickellage 31, in einem der zweiten Bereiche 13 um einen Halbdurchmesser des Drahtes 4 versetzt werden. In der der ersten Wickellage 31 folgenden Wickellage 31, also der auf die erste Wickellage 31 gewickelten Wickellage 31, der zweiten Wickellage 31, kann der Draht 4 im selben zweiten Bereich 13 ebenfalls um einen Halbdurchmesser versetzt werden, wobei die Richtung des Versatzes 41 des Drahtes 4 in der zweiten Wickellage 31 im Wesentlichen parallel und entgegengesetzt zur Richtung des Versatzes 41 des Drahtes 4 in der ersten Wickellage 31 ausgebildet sein kann. Derart kreuzt im zweiten Bereich 13 der Draht 4 einer Windung 3 der zweiten Wickellage 31 genau einen Draht 4 einer Windung 3 der benachbart und/oder angrenzend darunter liegenden ersten Wickellage 31. Dadurch kann die Präzision und die Reproduzierbarkeit der Führung des Drahtes 4 weiter erhöht werden. Die Sicherheit bei der Führung des Drahtes 4 kann erhöht werden, wodurch Fehlstellen – beim Wickelvorgang beispielsweise entstehend durch ein Verrutschen einer Windung 3 um einen Drahtdurchmesser – in der Spule 1 und der Prozentsatz fehlerhafter Spulen 1 verringert werden können. Der Draht 4 kann mit kleinerer Querschleunigung geführt und derart ruhiger geführt werden. Dadurch wird auch die Isolationsschicht des Drahtes 4 beim

Wickelvorgang weniger belastet, wodurch die Anzahl an Fehlstellen in der Isolationsschicht verringert werden können und der Prozentsatz von fehlerhaften Spulen 1 und der Ausschuss weiter verringert werden kann.

Vorzugsweise kann die Größe des Versatzes 41 in sämtlichen übereinanderliegenden Wickellagen 31 in einem der zweiten Bereiche 13 im Wesentlichen dem halben Drahtdurchmesser entsprechen. Derart kreuzen zumindest einige der Windungen 3 sämtlicher Wickellagen 31 zumindest in einem der zweiten Bereiche 13 jeweils zumindest eine der Windungen 3 einer angrenzend benachbart darunterliegenden Wickellage 31. Insbesondere kann der die Größe des Versatzes 41 des Drahtes 4 in sämtlichen zweiten Bereichen 13 im Wesentlichen dem halben Drahtdurchmesser entsprechen. Dadurch kann für den Großteil der Windungen 3 vorgesehen sein, dass sich in jedem zweiten Bereich 13 und in jeweils zwei aneinander angrenzenden Wickellagen 31 eine Windung 3 jeweils nur eine direkt angrenzende, darunterliegende Windung 3 kreuzt. Bei Verwendung von Draht 4 mit von runden Querschnitt abweichender Geometrie kann dabei der Draht 4 in zumindest einer Windung 3 in zumindest einem zweiten Bereich 13 um die Längsachse des Drahtes 4 verdreht werden. Dadurch kann der Füllgrad der Spule 1 mit Draht 4 weiter erhöht werden, da der Draht 4 volumenschonend den Draht 4 der angrenzend darunterliegenden Windung 3 kreuzen kann und die durch das Kreuzen des Drahtes 4 zweier Wickellagen 31 ausgebildeten Erhöhungen der Spule 1 im zweiten Bereich 13 verringert werden können. Vorteilhafterweise kann dabei der Draht 4 oval, rechteckig oder insbesondere quadratisch ausgebildet sein. Bei einem Draht 4, insbesondere einem rechteckigen Draht 4, kann der Draht 4 im zweiten Bereich 13 um insbesondere eine Vierteldrehung um die Längsachse des Drahtes 4 verdreht werden und beim Kreuzen kann eine der Seitenflächen des Drahtes 4 über die Kante des Drahtes 4 der unmittelbar angrenzend darunterliegenden Wickellage 31 geführt werden. Derart kann in jeder Wickellage 31 die beim Kreuzen von Windungen 3 auftretende Erhöhung der Windungen 3 verringert werden, womit insbesondere beim Wickeln einer Vielzahl von Wickellagen 31 die zweiten Bereiche 13 mit hohem Füllgrad mit Draht 4 befüllt werden können und das für die Spulen 1 zur Verfügung stehende Volumen besser genutzt werden kann.

Die Fig. 1 zeigt einen Teil einer Spule 1 gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform. Gezeigt sind der Spulendraht 4, die Spulenachse 11, einer der ersten Bereiche 12, einer der zweiten Bereiche 13, eine Spulenaußenseite 15, die äußersten der Wickellagen 31, die Grundfläche 16, die Deckfläche 17, die Spulenhöhe 18, den Träger 2, den

Versatz 41 des Drahtes 4 in den zweiten Bereichen und eine Vielzahl von Windungen 3 der Spule 1. Beim Wickelvorgang wird der Draht 4 in die innerste – nicht sichtbare – Wickelage 31 geführt. In der – nicht dargestellten – innersten Wickelage 31 wird der Draht 4 in den mehreren ersten Bereichen 12 und den mehreren zweiten Bereichen 13 auf den Träger 2 gewickelt. Derart sind die Windungen 3 auf den zumindest einem Träger 2 aufgewickelt, wobei der Träger 2 – in der Fig. 1 nicht dargestellte – Führungen für die innerste Wickelage 31 aufweist. Diese Führungen unterstützen die Lagepositionierung der Windungen 3 der innersten Wickelage 31. Durch die Ausbildung von Führungen können Vorschub der Drahtführung, also beispielsweise des Wickelarms, und der gewickelte Versatz 41 voneinander abweichen. Dabei können die Position des geführten Drahtes 4 und die Lageposition des Drahtes 4 in der Spule 1 um bis zu einen halben Drahtdurchmesser voneinander abweichen. Dies ermöglicht das ein Versatz 41 in einem zweiten Bereich 13 ausgebildet sein kann, wobei insbesondere der dem Versatz 41 des Drahtes 4 entsprechende Vorschub der Führung des Drahtes 4, also des Wickelarmes, über einen größeren Bereich verteilt werden kann. Der Vorschub der Drahtführung, insbesondere des Wickelarms, und der Versatz 41 des Drahtes 4 in der Spule 1 können derart voneinander bis zu einem halben Drahtdurchmesser voneinander abweichen. Damit kann die Belastung, insbesondere die Belastung durch auftretende Querschleunigungskräfte, des Wickelarms und der Wickelmaschine verringert werden. Gleichzeitig kann die Wickelgeschwindigkeit erhöht werden.

Der Träger 2 kann einstückig oder mehrstückig ausgebildet sein und kann Kunststoff, Metall, Holz oder Compositwerkstoffe umfassen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Träger 2 zumindest in den zweiten Bereichen 13 ausgebildet ist. Dabei können auch mehrere voneinander beabstandete Träger 2, jeweils in einem der mehreren zweiten Bereiche 13 vorgesehen sein. Alternativ kann ein einzelner Träger 2 in einem einzelnen der zweiten Bereiche 13 vorgesehen sein.

Die in Fig. 1 dargestellte Spule 1 gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform ist rechteckig mit zwei diametral gegenüberliegenden ersten Bereichen 12 und zwei diametral gegenüberliegenden zweiten Bereichen 13. Im ersten Bereich 12 sind die Windungen 3 parallel zur Grundfläche 16 und zur Deckfläche 17 geführt und stehen im Wesentlichen normal zur Spulenachse 11, welche im Wesentlichen parallel zur Richtung des Hauptmagnetfeldes der stromdurchflossenen Spule 1 ausgerichtet ist. Im zweiten Bereich 13 ist der Versatz 41 des Drahtes 4 ausgebildet. Die Größe des Versatz 41 des Drahtes 4 in jedem

zweiten Bereich 13 kann einer vorbestimmter Größe entsprechen und kann insbesondere im Wesentlichen dem Drahtdurchmesser oder einem Vielfachen des Drahtdurchmessers, jeweils geteilt durch die Anzahl der entlang des Umfangs der Spule 1 ausgebildeten Verschubbereiche 13 entsprechen. Ebenfalls kann die Größe des Versatzes 41 des Drahtes 4 in den einzelnen unterschiedlichen zweiten Bereichen 13 unterschiedlich groß ausgebildet sein und/oder – wie in Fig. 1 dargestellt – kann der Versatz 41 des Drahtes 4 einzelner Windungen 3 auch entlang der Spulenhöhe 18 in zumindest einem der zweiten Bereiche 13 variieren. Die Spule 1 kann auch rund, oval, quadratisch, fünfeckig und/oder mehreckig ausgebildet sein, wobei an zumindest einer Seitenfläche und/oder der Spulenaußenseite 15 der Spule 1, insbesondere auch bei einer runden oder ovalen Spule 1, mehrere erste Bereiche 12 und zweite Bereiche 13 ausgebildet sein können.

Weiters sind in Fig. 1 mehrere äußerste Wickellagen 31 gezeigt. Da unterschiedliche Wickellagen 31 der Spule 1 als äußerste Wickellage 31 ausgebildet sind, so ist die Spulenaußenseite 15 stufenförmig ausgebildet und die Spule 1, welche an der Grundfläche 16 und der Deckfläche 17 eine unterschiedliche Anzahl von Wickellagen 31 aufweist, kann als konische Spule 1 bezeichnet werden.

Bei elektrischen Bauteilen, welche um eine Achse, eine Zentral- oder eine Rotationsachse rotierende Teile aufweisen, insbesondere bei Elektromotoren, werden oftmals konische Spulen 1 verbaut, da im von der Zentral- oder Rotorachse abgewandten Bereich des Elektromotors, bedingt durch den größer werdenden Umfang, mehr Volumen zur Verfügung steht als im der Zentral- oder Rotorachse zugewandten Bereich. Die konischen Spulen 1 können im Außenbereich mit mehr Wickellagen 31 als im Rotorbereich des Elektromotors angeordnet sein und derart das für die Spulen 1 zur Verfügung stehende Volumen besser nützen.

Erfindungsgemäße Spulen 1 können mittels eines Verfahrens zur Herstellung einer Spule 1 mit einer Maschinenlagenwicklung aus wenigstens einem Draht 4, wobei die Spule 1 eine Spulenachse 11 aufweist, welche parallel zur Haupt-Magnetfeldrichtung der stromdurchflossenen Spule 1 angeordnet ist, wobei der wenigstens eine Draht 4 entlang des Spulenumfanges bei einer Windung 3 in ersten Bereichen 12 im Wesentlichen normal zur Spulenachse 11 geführt wird, wobei entlang des Spulenumfanges bei zumindest einer Windung 3 wenigstens zwei zweite Bereiche 13 ausgebildet werden, dass in den zweiten Bereichen 13 der wenigstens eine Draht 4 zumindest einer der Windungen 3 zwischen einem Ende des zweiten Bereiches 13 und dem gegenüberliegenden Ende desselben zweiten

Bereiches 13 parallel zur Spulenachse versetzt wird, und dass zwischen jeweils zwei der zweiten Bereiche 13 zumindest einer der ersten Bereiche 12 ausgebildet wird. Bei diesem Verfahren kann der Draht 4 vorteilhafterweise bei dem Wickeln von zumindest einer Mehrzahl der Windungen 3 zumindest einer der Wickellagen 31 mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit parallel zur Spulenachse geführt werden.

Die Fig. 2 zeigt zwei Spulen 1 in einer zweiten bevorzugten Ausführungsform, welche benachbart in einem – nicht dargestellten – elektrischen Bauteil angeordnet sind. Hierzu zeigt die Fig. 2 zwei benachbarte Spulen 1 einer zweiten Ausführungsform einer ringförmigen Spulenordnung um eine Zentralachse des elektrischen Bauteils im Schnitt, wobei die ringförmige Spulenordnung eine Vielzahl von Spulen 1 umfasst, wobei die Spulenordnung zumindest eine erfindungsgemäße Spule 1 umfasst. Die beiden Spulen 1 sind im Schnitt dargestellt, wobei der Schnitt durch die ersten Bereiche 12 der Spulen 1 verläuft. Die Spulen 1 können rund, oval, rechteckig oder mehreckig ausgebildet sein. Die beiden Spulen 1 zeigen ein Teilstück der kreissymmetrischen Anordnung der Spulen 1 im elektrischen Bauteil, wobei das elektrische Bauteil und die Zentralachse des elektrischen Bauteils nicht dargestellt sind. Dargestellt sind in der Fig. 2 die Träger 2, der Draht 4 und die Windungen 3, die ersten Bereiche 12, die Spulenninnenseite 14, die Spulenaußenseite 15, die Spulenachse 11, mehrere Wickellagen 31, sowie die Grundfläche 16 und die Deckfläche 17, welche die Spulenhöhe 18 bestimmen. Die Spule 1 in der zweiten bevorzugten Ausführungsform weist zwei erste Bereiche 12 auf, welche diametral gegenüberliegend und im Schnitt dargestellt sind und werden von zwei – nicht dargestellten – zweiten Bereichen 13 unterbrochen. Derart sind bei der Spule 1 in der zweiten bevorzugten Ausführungsform zwei zweite Bereiche 13 vorgesehen. Die Windungen 3 jeder der mehreren Wickellagen 31 sind in den beiden diametral gegenüberliegenden ersten Bereichen 12 in Richtung der Spulenachse 11 um einen halben Drahtdurchmesser versetzt angeordnet. Damit ergibt sich auch, dass in den beiden diametral gegenüberliegenden ersten Bereichen 12 jeweils eine unterschiedliche Anzahl von Windungen 3 in derselben Wickellage 31 ausgebildet sind. Am Beispiel der innersten beiden Wickellagen 31 der in Fig. 2 dargestellten Spulen 1 wird dies näher beschrieben: Der Draht 4 wird beim Start des Wickelvorganges zur innersten Wickellage 31 geführt und die Wicklung beginnt an der Grundfläche 16 im rechten der beiden dargestellten ersten Bereiche 12 der linken Spule 1.

Zur einfacheren Unterscheidung wird – ohne Wertung oder Reihung – im weiteren die in Fig. 2 gezeigte linke der beiden Spulen 1 als erste Spule 111, die rechte der

beiden Spulen 1 als zweite Spule 112, sowie der linke der beiden dargestellten ersten Bereiche 12 jeder der beiden Spulen 1, 111, 112 als zweiter erster Bereich 122 und der rechte der beiden ersten Bereiche 12 der beiden Spulen 1, 111, 112 als erster erster Bereich 121 bezeichnet und mit dementsprechenden Bezugszeichen in der Fig. 2 gekennzeichnet. Im an den ersten ersten Bereich 121 angrenzenden zweiten Bereich 13 wird der Draht 4 der Windung 3 um die Größe des vorbestimmten Versatzes 41 des Drahtes 4 parallel zur Richtung der Spulenachse 11 versetzt und im unmittelbar darauffolgenden ersten Bereich 12, dem zweiten ersten Bereich 122, wiederum parallel zur Grundfläche 16 und zur Deckfläche 17 geführt. Die Summe der Drahtvorschübe einer Windung 3 kann im Wesentlichen dem Durchmesser des Drahtes 4 entsprechen. Insbesondere wenn die Spule 1 mit einer Mehrzahl von Drähten 4 gewickelt ist, wobei diese Drähte 4 parallel benachbart und gleichzeitig gewickelt werden, kann die Summe im Wesentlichen der Summe der Durchmesser der parallel benachbart und gleichzeitig gewickelten Drähte 4 entsprechen.

Die beiden Spulen 1, 111, 112 sind nebeneinanderliegend angeordnet, wobei die Spulenachsen 11 nicht zusammenfallen.

Durch den Versatz 41 des Drahtes 4 parallel zur Richtung der Spulenachse 11 kann an der Grundfläche 16 und/oder der Deckfläche 17 im zweiten ersten Bereiche 122 in der innersten Wickellage 31 eine Lücke 36 ausgebildet sein. Wie in Fig. 2 dargestellt kann vorteilhafterweise an der Grundfläche 16 und/oder der Deckfläche 17 jeweils eine Lücke 36 ausgebildet sein. Die Breite der beiden Lücken 36 kann summiert im Wesentlichen dem Drahtdurchmesser entsprechen. Insbesondere kann die Breite jeder der beiden Lücken 36 in zumindest einer der Wickellagen 31 im Wesentlichen dem halben Drahtdurchmesser entsprechen. Derart ist in der innersten Wickellage 31 im ersten ersten Bereich 121 eine Windung 3 mehr als im zweiten ersten Bereich 122 ausgebildet. In der auf die innerste Wickellage 31 folgenden zweiten Wickellage 31, welche an die innerste Wickellage 31 angrenzt, sind die Lücken 36 im ersten ersten Bereich 121 ausgebildet und im zweiten ersten Bereich 122 ist eine Windung 3 mehr ausgebildet als im ersten ersten Bereich 121. In der dritten Wickellage 31, welche unmittelbar auf die zweite Wickellage 31 folgt und an die zweite Wickellage angrenzt, sind die Lücken 36 wiederum im zweiten ersten Bereich 122 ausgebildet und im zweiten ersten Bereich 122 ist eine Windung 3 weniger ausgebildet als im ersten ersten Bereich 121. Mit jeder weiteren Wickellage wechselt die Position der ausgebildeten Lücken 36 vom ersten ersten Bereich 121 zum zweiten ersten Bereich 122 und zurück.

Wenn – nicht dargestellt – in jeder Wickellage 31 in jedem der ersten Bereiche 12 genau eine Lücke 36 ausgebildet ist, so kann die Lücke 36 ebenfalls in jeder nächsten Wickellage 31 im Wesentlichen diametral gegenüberliegend ausgebildet sein. Die Anzahl der Windungen 3 in den Wickellagen 31 und den ersten Bereichen 12 bleibt dabei konstant. Beispielsweise kann die Lücke 36 in einer Wickellage 31 im ersten ersten Bereich 121 an der Grundfläche 16, in derselben Wickellage 31 im zweiten ersten Bereich 122 an der Deckfläche 17, in der angrenzend darüberliegenden anderen Wickellage 31 im ersten ersten Bereich 121 an der Deckfläche 17 und in der anderen Wickellage 31 im zweiten ersten Bereich 122 an der Grundfläche 16 angeordnet sein.

Bei der benachbarten Anordnung mehrerer Spulen 1 im elektrischen Bauteil, grenzen jeweils der erste erste Bereich 121 einer Spule 1 an den zweiten ersten Bereich 122 einer direkt benachbarten anderen Spule 1 und/oder grenzen jeweils der zweite erste Bereich 122 einer Spule 1 an den ersten ersten Bereich 121 einer direkt benachbarten anderen Spule 1. Wie in Fig. 2 anhand der ersten Spule 111 und der zweiten Spule 112 gezeigt ist, grenzen der erste erste Bereich 121 der ersten Spule 111 und der zweite erste Bereich 122 der zweiten Spule 112 aneinander. Dadurch können Erhebungen der Windungen 3 der obersten Wickellage 31 der ersten Spule 111 teilweise zwischen Erhebungen der Windungen 3 der obersten Wickellage der zweiten Spule 112 positioniert werden, wobei jeweils die Grundflächen 16 und jeweils die Deckflächen 17 der Spulen 1 in gleicher Ebene oder insbesondere – wie in der Fig. 2 angedeutet – bei kreissymmetrischer Anordnung der Spulen 1 an einem kreisförmigen Gehäuse, beispielsweise einem Stator, in gleicher zentrumssymmetrisch angeordneter Zylinderfläche positioniert sind. Derart können die Spulen 1 besonders nahe zueinander angeordnet werden und das im elektrischen Bauteil für die Spulen 1 zur Verfügung stehende Volumen kann von den Spulen 1 noch besser gefüllt und genutzt werden, wobei dies sowohl bei kreissymmetrischer Anordnung der Spulen 1, insbesondere der konischen Spulen 1, als auch bei ebener Anordnung der Spulen 1 der Fall ist. Die Leistung des elektrischen Bauteils kann bei gleichen Außenabmessungen erhöht und/oder die Außenabmessungen des elektrischen Bauteils können bei gleicher Leistung verringert werden.

In der Fig. 8 ist eine Spule 1 gemäß der zweiten Ausführungsform, umfassend einen Draht 4 und zwei Stufen 32 entlang der Spulenhöhe 18, im Schnitt dargestellt. Die dargestellte Spule 1 umfasst vier Wickellagen 31, wobei im Bereich der Grundfläche 16 alle vier Wickellagen 31 und im Bereich der Deckfläche 17 die zwei innersten Wickellagen 31

gewickelt sind. Jeweils zwei benachbarte Windungen 3 einer Wickellage 31 bilden aufgrund der runden Drahtform einen – von der Spuleninnenseite abgewandten – Windungszwischenraum 33 aus. Zur Beschreibung der Form dieses Windungszwischenraums 33 kann in zwei benachbarte Windungen 3 jeweils ein lokales Koordinatensystem in den – im Schnitt dargestellten – Draht 4 dieser Windungen 3 gelegt werden, wobei der Ursprung der beiden Koordinatensysteme jeweils mit der Drahtmittelachse der beiden Windungen 3 zusammenfällt und die x-Achsen der beiden Koordinatensysteme zusammenfallen. Derart liegen auch die Drahtmittelachsen der beiden benachbarten Windungen 3 auf einer x-Achse und – ohne Wertung oder Reihung – können die beiden Windungen 3 zur besseren Unterscheidung als linke und als rechte Windung 3 bezeichnet werden. In diesen lokalen Koordinatensystemen wird jeweils ein den Draht 4 umhüllendes Quadrat gelegt, wobei die zueinander benachbarten Seitenkanten der beiden umhüllenden Quadrate einander berühren und wobei ein linkes umhüllendes Quadrat die linke der beiden Windungen 3 und ein rechtes umhüllendes Quadrat die rechte der beiden im Schnitt dargestellten Windungen 3 umhüllt. Der – von der Spulenchse 11 abgewandte – Windungszwischenraum 33 zweier benachbarter Windungen 3 ergibt sich nun aus der Differenzfläche der Fläche des linken Quadrates und der linken Windung 3 im ersten Quadranten des diesbezüglichen lokalen Koordinatensystems und aus der Differenzfläche der Fläche des rechten Quadrates und der rechten Windung 3 im vierten Quadranten des diesbezüglichen lokalen Koordinatensystems.

In der Fig. 8 sind ebenfalls zwei Stufen 32 dargestellt, wobei eine Stufe 32 insbesondere als eine Änderung der Wickellagenanzahl entlang der Spulenhöhe 18 zu verstehen sein kann. Zur besseren Unterscheidung und ohne Reihung oder Wertung wird im Weiteren die rechte der beiden dargestellten Stufen 32 als erste Stufe 321 und die linke der beiden dargestellten Stufen 32 als zweite Stufe 322 bezeichnet. Die erste Stufe 321 stellt den Übergang in der Spulenaußenseite 15 von vier auf drei gewickelten Wickellagen 31 dar und somit ist die vierte Wickellage 31 der Spule 1 die obere Wickellage 31 der ersten Stufe 321 und die dritte Wickellage 31 der Spule 1 die untere Wickellage 31 der ersten Stufe 321. Die erste Stufe 321 umfasst eine Windung 3 der vierten Wickellage 31, wobei diese Windung 3 die von der Grundfläche 16 am weitesten entfernte Windung 3 der vierten Wickellage ist und in der Fig. 8 schraffiert dargestellt ist. Diese Windung 3 ist die eine außenliegende Windung 3 der oberen Wickellage 31 der ersten Stufe 321. Der Abstand der am weitest entfernten Windung 3 der vierten Wickellage 31 zur Grundfläche 16 bestimmt demnach den Abstand der ersten Stufe 321 zur Grundfläche 16. Weiters umfasst die erste Stufe 321 mehrere Windungen

3 der dritten Wickellage 31 der Spule 1, wobei diese Wickellage die untere Wickellage 31 der ersten Stufe 321 ausbildet. Dabei umfasst die erste Stufe 321 sämtliche Windungen 3 der dritten Wickellage 31 der Spule 1, welche zwischen der ersten Stufe 321 und der zweiten Stufe 322 ausgebildet sind. Die von der Grundfläche 16 am weitesten entfernte Windung 3 der dritten Wickellage 31 der Spule 1 wird sowohl von der ersten Stufe 321 als auch von der zweiten Stufe 322 umfasst, da diese Windung 3 nämlich auch die eine Windung der oberen Wickellage 31 der zweiten Stufe 322 ausbildet. Die obere Wickellage 31 der zweiten Stufe 322 ist derart durch die dritte Wickellage 31 der Spule 1 ausgebildet. Die zweite Stufe 322 ist entlang der Spulenhöhe 18 derart der, insbesondere sprungartige, Übergang von drei zu zwei Wickellagen 31 der Spule 1. Da zwischen der zweiten Stufe 322 und der Deckfläche 17 keine weitere Stufe 32 ausgebildet ist, so umfasst die zweite Stufe neben der einen – am weitest zur Grundfläche 16 beabstandeten Windung 3 der dritten Wickellage 31 – sämtliche außenliegenden Windungen 3 der zweiten Wickellage 31. Diese außenliegenden Windungen 3 der zweiten Wickellage 31 sind jene Windungen 3 der zweiten Wickellage 31, von denen der Abstand zur Grundfläche 16 größer als der Abstand der zweiten Stufe 322 zur Grundfläche 16 ist und daher keine weitere Wickellage 31 oberhalb dieser Windungen 31 ausgebildet ist.

Durch jede der – im Schnitt dargestellten – Stufen 32, 321, 322 wird eine Stufenfreifläche 34 aufgespannt, wobei jede Stufenfreifläche 34 zu einer der Stufen 32, 321, 322 zuordenbar ist und daher eine erste Stufenfreifläche 341 in Bereich der ersten Stufe 321 und eine zweite Stufenfreifläche 342 im Bereich der zweiten Stufe 322 ausgebildet ist. Die erste Stufenfreifläche 341 ergibt sich dabei aus der Fläche zwischen der in Richtung der Spulenaußenseite 15 weisenden Umrisslinie der Windungen 3 der ersten Stufe 321 und einer außenseitigen Tangente 35 dieser Windungen 3. Die zweite Stufenfreifläche 342 ergibt sich dabei aus der Fläche zwischen der in Richtung der Spulenaußenseite 15 weisenden Umrisslinie der Windungen 3 der ersten Stufe 322 und einer äußeren Tangente 35 dieser Windungen 3. Die äußere Tangente 35 der Windungen 3 der ersten Stufe 321 und die außenseitige Tangente 35 der Windungen 3 der zweiten Stufe 322 müssen dabei nicht zwangsweise zusammenfallen, können – wie dies in der Fig. 8 dargestellt ist – jedoch zusammenfallen, sodass alle Stufen 32, 321, 322 einer Spule 1 eine gemeinsame äußere Tangente 35 aufweisen können.

In Fig. 2 ist eine Vielzahl von Windungen 3 dargestellt, wobei zumindest zwei der Windungen 3 wenigstens einer erfindungsgemäßen Spule 1 in die von den Windungen 3

einer weiteren Spule 1 gebildeten Windungszwischenräume 33 eingreifen. Diese eingreifenden Windungen 3, welche im weiteren zur besseren Unterscheidung und ohne Wertung als Grenzwindungen 37 bezeichnet werden, sind Windungen 3 einer Spule 1, beispielsweise der ersten Spule 111, welche mit Windungen 3 einer unmittelbar benachbarten Spule 1, beispielsweise der zweiten Spule 112, in Kontakt stehen. Anhand der Anordnung zweier aneinandergrenzender Grenzwindungen 37 benachbarter Spulen 1 zueinander, ist die vorteilhafte Anordnung der Windungen 3 in den ersten Bereichen 12 jeder Spule 1 dargestellt: Dadurch, dass die Windungen 3 einer Wickellage 31, insbesondere der äußersten Wickellage 31, im ersten ersten Bereich 121 zu den Windungen 3 im zweiten ersten Bereich 122 in parallel zur Richtung der Spulenchse 11 um einen halben Drahtdurchmesser zueinander versetzt angeordnet sind, können die Grenzwindungen 37 des ersten ersten Bereiches 121 der ersten Spule 111 zwischen den Windungen 3 des zweiten ersten Bereiches 122 der zweiten Spule 112 angeordnet werden, wobei die Grenzwindungen 37 der einen Spule 1 in Windungszwischenräume 33 der benachbarten anderen Spule 1 eingreifen und/oder eindringen können. Derart können die benachbarten Spulen 1 näher zueinander angeordnet werden. Es können die Grenzwindungen 37 der einen Spule 1 in Windungszwischenräume 33 der Spulenaußenseite 15 angeordnet sein und somit kann der für die Anordnung der Spulen 1, 111, 112 im elektronischen Bauteil notwendige Abstand zwischen zwei Spulenchsen 11 kann um bis zu einen halben Drahtdurchmesser verringert werden. Dadurch ergeben sich bei der Anordnung einer Vielzahl von Spulen 1 im elektrischen Bauteil deutlich geringere Außenabmessungen des Bauteiles bei konstanter Spulengröße, gleicher Spulenzahl, gleicher gesamter Drahtlänge der Spulen 1 und konstanten elektrischen Eigenschaften des elektrischen Bauteiles. Bei gleicher Bauteilgröße können mehr Wickellagen 31 im selben Volumen ausgebildet sein und damit kann in einem elektrischen Bauteil gleicher Außenabmessungen mehr Draht 4 ausgebildet sein, wodurch die Leistung des elektrischen Bauteiles, insbesondere des Elektromotors, gesteigert werden kann.

Die Fig. 3 zeigt zwei benachbarte unterschiedliche Spulen 1 einer dritten und vierten Ausführungsform einer Spulenanordnung um im Schnitt, wobei die insbesondere ringförmige Spulenanordnung eines nicht dargestellten elektrischen Bauteils eine Vielzahl von Spulen 1 umfasst. Dargestellt sind zwei unterschiedliche Ausführungsformen der Spule 1, welche alternierend benachbart angeordnet sind. Die in der Ansicht dargestellt linke der beiden Spulen 1 wird – zur besseren Unterscheidung und ohne Reihung oder Wertung – als erste Spule 111 und die rechte der beiden Spulen 1 wird als zweite Spule 112 bezeichnet. Für

diese, kreisförmige, ovale, rechteckige oder insbesondere ringförmige Spulenordnung umfassend einer Mehrzahl von Spulen 1 zumindest zweier unterschiedlicher Ausführungsformen von Spulen 1 kann deshalb auch von der gleichzeitigen Verwendung eines Spulentyps „A“, beispielsweise die erste Spule 111, und eines Spulentyps „B“, beispielsweise die zweite Spule 112, gesprochen werden. Um komplexere und/oder von der Kreisform abweichende Geometrien darzustellen, können auch drei oder mehr Ausführungsformen der Spulen 1, 111, 112 parallel verwendet werden. Diese Spulenordnung kann in einem elektrischen Bauteil, insbesondere Elektromotor, mit einer Spulenordnung, insbesondere einer ringförmigen Spulenordnung, wobei das elektrische Bauteil zumindest eine erfindungsgemäße Spule 1 umfasst.

Die beiden voneinander verschiedenen Spulen 1, 111, 112 sind nebeneinanderliegend angeordnet, wobei die Spulenachsen 11 nicht zusammenfallen.

Dargestellt sind in Fig. 3 zwei Spulen 1, 111, 112 einer möglichen Spulenordnung in unterschiedlichen Ausführungsformen der Spule 1. Die einzelnen Windungen 3 sind in dieser schematischen Darstellung nicht dargestellt, wohl aber sind die einzelnen Wickelschichten 31 dargestellt, wobei diese durch parallele Linien voneinander getrennt sind. Weiters ist der Träger 2, die Spuleninnenseite 14, die Spulenaußenseite 15, die Grundfläche 16, die Deckfläche 17 und die Spulenhöhe 18 dargestellt. Die erste Spule 111 weist maximal neun Wickellagen 31 auf. Die zweite Spule 111 weist maximal acht Wickellagen 31 auf. Die Maximalzahl der Wickellagen 31 ist in beiden Spulen 1, 111, 112 im Bereich der Grundfläche 16 angeordnet. Derart kann ein elektrisches Bauteil ausgebildet sein, wobei die Spulenaußenseite 15 zumindest einer der Spulen 1 wenigstens eine Stufe 32 aufweist, wobei die wenigstens eine Stufe 32 von außenliegenden Windungen 3 einer unteren Wickellage 31 und einer außenliegenden Windung 3 einer oberen Wickellage 31 gebildet ist, dass – in einer die Spulenachse 11 enthaltenden Schnittebene gesehen – eine Stufenfreifläche 34 durch die Windungen 3 der Stufe 32 und die äußere Tangente 35 an die Windungen 3 der Stufe 32 gebildet ist, und dass in eine der wenigstens einen Stufenfreifläche 34 eine weitere der Spulen 1 eingreift. Die in die Stufenfreifläche 34 eingreifenden Bereiche außenliegender Windungen 3 sind in einigen Wickelschichten 31 ausgebildet und sind in Fig. 3 schraffiert dargestellt. Diese schraffierten Bereiche werden im weiteren als Überschneidungsbereiche 38 bezeichnet. Diese in der Fig. 3 dargestellten Überschneidungsbereiche 38 sind also jene Windungen 3 einer Spule 1, 111, 112, welche in die Stufenfreiflächen 34 der zur einen jeweiligen benachbarten Spule 1, 111, 112 eingreifen können. Die Unterschiede zwischen

erster Spule 111 und zweiter Spule 112 sind besonders in der Mitte in der Fig. 3 erkennbar, in welchem die beiden abgebildeten Spulen 1, 111, 112 benachbart aneinander grenzen. Beginnend an der Grundfläche 16 der ersten Spule 111 sind einige Windungen 3 der neunten Wickellage 31, welche die äußerste Wickellage 31 in diesem Bereich der ersten Spule 111 darstellt, ausgebildet. Eine Stufe 32, die zur Grundfläche 16 nächstliegende Stufe 32, welche im weiteren als erste Stufe 32 der ersten Spule 111 bezeichnet wird, begrenzt die zur Deckfläche 17 hin offene neunte Wickellage 31 der ersten Spule 111. Weiter entlang der Spulenaußenseite 15 in Richtung zur Deckfläche 17 sind ist eine zweite Stufe 32 der ersten Spule 111 ausgebildet. Zwischen erster und zweiter Stufe 32 sind in der ersten Spule 111 acht Wickellagen 31 übereinander ausgebildet und die achte Wickellage bildet in diesem Bereich der Spulenhöhe 18 die äußerste Wickellage 31. Am zur Deckfläche 17 hin offenen Ende der achten Wickellage 31 der ersten Spule 111 ist die dritte Stufe 32 ausgebildet. Zwischen dritter und zweiter Stufe 32 sind in der ersten Spule 111 sieben Wickellagen 31 übereinander ausgebildet und die siebente Wickellage bildet in diesem Bereich der Spulenhöhe 18 die äußerste Wickellage 31. Am zur Deckfläche 17 hin offenen Ende der siebten Wickellage 31 der ersten Spule 111 ist die vierte Stufe 32 der ersten Spule 111 ausgebildet. Zwischen dritter und vierter Stufe 32 sind in der ersten Spule 111 sechs Wickellagen 31 übereinander ausgebildet und die sechste Wickellage bildet in diesem Bereich der Spulenhöhe 18 die äußerste Wickellage 31. Ab der vierten Stufe 32 sind fünf Wickellagen 31 übereinander ausgebildet und die fünfte Wickellage 31 bildet zwischen vierter Stufe 32 und der Deckfläche 17 die Spulenaußenseite 15 der ersten Spule 111 aus.

Ähnlich die Anordnung bei der zweiten Spule 112, welche gemäß der Fig. 3 eine zur ersten Spule 111 unterschiedliche Spule 1 darstellt: Im Bereich der Deckfläche 16 sind acht Wickellagen 31 übereinander ausgebildet und die achte Wickellage 31 bildet in diesem Bereich die Spulenaußenseite 15 der zweiten Spule 112. Ab der zur Grundfläche 16 nächstliegenden Stufe 32 der zweiten Spule 112, also einer ersten Stufe 32 der zweiten Spule 112, sind sieben Wickellagen 31 übereinander ausgebildet und die Spulenaußenseite 15 wird in diesem Bereich der zweiten Spule 112 durch die siebente Wickellage 31 ausgebildet. Am zur Deckfläche 17 der zweiten Spule 112 hin offenen Ende der siebten Wickellage 31 der zweiten Spule 112 ist die zweite Stufe 32 der zweiten Spule 112 ausgebildet. Am zur Deckfläche 17 der zweiten Spule 112 hin offenen Ende der sechsten Wickellage 31 der zweiten Spule 112 ist die dritte Stufe 32 der zweiten Spule 112 ausgebildet. Zwischen zweiter und dritter Stufe 32 der zweiten Spule 112 sind sechs Wickellagen 31 übereinander gewickelt

und die Spulenaußenseite 15 ist in diesem Bereich durch die sechste Wickellage 31 ausgebildet. Ab der dritten Stufe 32 der zweiten Spule 112 sind fünf Wickellagen 31 übereinander gewickelt und die Spulenaußenseite 15 ist zwischen der dritten Stufe 32 und der Deckfläche 17 durch die fünfte Wickellage 31 ausgebildet.

Die erste Spule 111 und die zweite Spule 112 unterscheiden sich somit in der Anzahl der maximalen Wickellagen und in der Anzahl der entlang der Spulenhöhe ausgebildeten Stufen 32. Die Position der einzelnen Stufen 32 ist ebenfalls unterschiedlich. Den geringsten Abstand zur Grundfläche 16 weist die erste Stufe 32 der ersten Spule 111 auf. Den zweitgeringsten Abstand zur Grundfläche 16 weist die zweite Stufe 32 der ersten Spule 111 auf. Den drittgeringsten Abstand zur Grundfläche 16 weist die erste Stufe 32 der zweiten Spule 112 auf. Den viertgeringsten Abstand zur Grundfläche 16 weist die zweite Stufe 32 der zweiten Spule 112 auf. Den fünftgeringsten Abstand zur Grundfläche 16 weist die dritte Stufe 32 der ersten Spule 111 auf. Den sechstgeringsten Abstand zur Grundfläche 16 weist die vierte Stufe 32 der ersten Spule 111 auf. Den siebentgeringsten und sogleich größten Abstand zur Grundfläche 16 weist die dritte Stufe 32 der zweiten Spule 111 auf. Die erste Stufe 32 der zweiten Spule 112 greift bei dieser vorteilhaften Anordnung der benachbarten Spulen 1, 111, 112 in die Stufenfreifläche 34 der zweiten Stufe 32 der ersten Spule 111 ein. Die dritte Stufe 32 der ersten Spule 111 greift in die Stufenfreifläche 34 der zweiten Stufe 32 der zweiten Spule 112 ein. Und die dritte Stufe 32 der zweiten Spule 112 greift in die Stufenfreifläche 34 der vierten Stufe 32 der ersten Spule 111 ein. Die Stufenfreiflächen 34 können derart besser genutzt werden und teilweise mit Draht 4 befüllt werden, womit ein höherer Füllgrad der Spulenanordnung ermöglicht wird und die Leistungsdichte der Spulenanordnung und des die Spulenanordnung umfassenden – nicht dargestellten – elektrischen Bauteiles erhöht werden kann.

Dabei können die erste Spule 111 und die zweite Spule 112 insbesondere auch mehrere zweite Bereiche 13 aufweisen, also geteilten orthozyklisch gewickelt werden. Derart kann die jeweils letzte Windung 3 der in Fig. 3 abgebildeten Überschneidungsbereiche 38 einer Spule 1 in die Windungszwischenräume 33 zwischen zwei benachbarten Windungen 3 der Spulenaußenseite 15 der benachbarten Spule 1 angeordnet werden, sodass der Abstand benachbarter Spulen 1 in der Spulenanordnung weiter verringert werden kann und der Füllgrad der Spulenanordnung erhöht werden kann.

In diesem Zusammenhang sind besondere Rahmenbedingungen für den Versatz 41 des Drahtes 4 vorteilhafterweise zu berücksichtigen. Einerseits können zur

Erhöhung des Füllgrades der Spulenordnung die ersten Bereiche 12 zweier benachbart aneinandergrenzender Spulen 1 um einen halben Durchmesser des Drahtes 4 zueinander versetzt gewickelt sein, wie dies in Fig. 2 dargestellt und weiter oben beschrieben ist. Dies hat zur Folge, dass vorteilhafterweise der Draht 4 im Wesentlichen jeder Windung 3 diametral gegenüberliegende erste Bereiche 12 – wenn in der Spulenordnung zur angrenzend benachbarten Anordnung mit weiteren Spulen 1 vorgesehen – um einen halben Durchmesser oder um ein Vielfaches und einen halben Durchmesser des Drahtes 4 versetzt, also in Richtung des Versatzes 41 des Drahtes 4 vorgeschoben, positioniert sind. Andererseits kann die Summe der Vorschübe in den mehreren Bereichen 13 entlang des Umfangs der Spule 1 zur Wicklung mehrere Drähte 4 auch größer als ein Durchmesser des Drahtes 4 sein und insbesondere im Wesentlichen dem zwei- oder dreifachen des Durchmessers des Drahtes 4 entsprechen. Daraus ergeben sich einige besonders vorteilhafte Kombinationen aus der Anzahl der gewickelten Drähte 4, der Anzahl der zweiten Bereiche 13 entlang des Umfangs der Spule 1 und dem Versatz 41 des Drahtes 4 um einen halben Durchmesser des Drahtes 4 oder um ein Vielfaches und einen halben Durchmesser des Drahtes 4 diametral gegenüberliegender erster Bereiche 12.

Im Fall einer Spule 1 umfassend einen Draht 4 sind vorteilhafterweise zwei zweite Bereiche 13 ausgebildet, wobei in jedem zweiten Bereich 13 der Versatz 41 des Drahtes 4 zwischen dem einen Ende des jeweiligen zweiten Bereiches 13 und dem anderen Ende des jeweiligen zweiten Bereiches 13 im Wesentlichen dem halben Durchmesser des Drahtes 4 entspricht. Vorteilhafterweise sind derart im Wesentlichen die Windungen 3 in den beiden, insbesondere diametral gegenüberliegenden, ersten Bereichen 12 um einen halben Durchmesser des Drahtes 4 versetzt und die Summe des Drahtversatzes entlang des Umfangs der Spule 1 entspricht im Wesentlichen einem Durchmesser des Drahtes 4. Im Fall einer Spule 1 umfassend zwei Drähte 4 können insbesondere zwei zweite Bereiche 13 ausgebildet sein, wobei im einen der beiden zweiten Bereiche 13 im Wesentlichen der Versatz 41 des Drahtes 4 zwischen dem einen Ende des zweiten Bereiches 13 und dem anderen Ende des zweiten Bereiches 13 in etwa dem eineinhalbfachen Durchmesser des Drahtes 4 entspricht und im anderen der beiden zweiten Bereiche 13 im Wesentlichen der Versatz 41 des Drahtes 4 zwischen dem einen Ende des zweiten Bereiches 13 und dem anderen Ende des zweiten Bereiches 13 in etwa dem halben Durchmesser des Drahtes 4 entspricht. Vorteilhafterweise sind derart im Wesentlichen die Windungen 3 in den beiden, insbesondere diametral gegenüberliegenden, ersten Bereichen 12 derart zueinander versetzt und die Summe des

Drahtversatzes, also des Versatzes 41 des Drahtes 4, entlang des Umfanges der Spule 1 entspricht im Wesentlichen der Anzahl der gewickelten Drähte 4 multipliziert mit dem Durchmesser des Drahtes 4, wobei die beiden gewickelten Drähte 4 insbesondere den gleichen Durchmesser aufweisen. Anstatt in dem einen zweiten Bereich 13 den Versatz 41 des Drahtes 4 entsprechend dem Eineinhalbfachen des Durchmessers des Drahtes 4 auszubilden, können in diesem Bereich auch drei zweite Bereiche 13 vorgesehen sein, wobei in jedem dieser drei zweiten Bereiche 13 der Versatz 41 des Drahtes 4 im Wesentlichen dem halben Drahtdurchmesser entspricht. Weitere vorteilhafte Kombinationsmöglichkeiten ergeben sich mit drei oder mehr gleichzeitig gewickelten Drähte 4 und einer entsprechenden Anzahl von zweiten Bereichen, wobei in vorteilhafter Weise die Windungen 3 einer Wickellage 31 insbesondere diametral gegenüberliegender erster Bereiche 12 zueinander um ein Vielfaches und ein Halbes des Durchmessers des Drahtes 4 versetzt ausgebildet sind und wobei in vorteilhafter Weise die Summe des Versatzes, also die Summe des Versatzes, einer Windung 3, also entlang des Umfanges der Spule 1, im Wesentlichen der Breite eines Drahtes 4 oder der Breite der Anzahl der parallel und gleichzeitig gewickelten Drähte 4 entspricht.

Eine derart exakte Positionierung jeder einzelnen Windung 3 der Spulen 1 und/oder der zueinander verschiedenen Spulen 1 in einer Spulenanordnung ist mit den bekannten Wickelmethoden nicht realisierbar. Besonders wenn mehrere zueinander isolierte und an zueinander an unterschiedlichen Stromkreisen hängenden Drähten 4 gewickelt wird und deshalb ein Versatz 41 des Drahtes 4 entlang des Umfangs der Spule 1 größer als einem Durchmesser des Drahtes 4 gewickelt werden muss, sind diese Genauigkeiten nicht oder nur mit hohem wickeltechnischem Aufwand und/oder geringen Wickelgeschwindigkeiten realisierbar. Das Aufteilen des Versatzes 41 auf mehrere Bereiche, also das vorsehen von mehreren zweiten Bereichen 13, entlang des Umfangs der Spule 1 ist daher besonders vorteilhaft. Wenn in jedem der mehreren zweiten Bereiche 13 der Versatz 41 des Drahtes 4 im Wesentlichen einen halben Versatz 41 des Drahtes 4 beträgt, dann tritt insbesondere ein Effekt auf, welcher als Drahtautopositionierung bezeichnet werden kann, wobei das momentan gewickelte Stück des Drahtes 4 im Wesentlichen sich von selbst – aufgrund der beim Wickeln auftretenden Zugkräfte – in die Vertiefungen zwischen zwei benachbarten Drähten 4 der direkt unter diesem Stück des Drahtes 4 liegenden Windungen 3 der nächsttieferen Wickellage 31 positioniert. Der besonders vorteilhafte Effekt der Drahtautopositionierung kann insbesondere dabei auch dann auftreten, wenn der Wickelarm anstatt einer ruckartigen Bewegung zum Wickeln des Versatzes 41, also dem Vorschub des

Wickelarms, eine gleichmäßige Vorschubsbewegung ausführt, wobei diese Methode der Führung des Drahtes als der Wickelmethode einer schraubenförmig gewickelten Spule 1 entspricht. Dabei kann am einen ersten Ende des jeweiligen zweiten Bereichs 13 das momentan gewickelte Stück des Drahtes 4 bis zu einem Drittel des Durchmessers des Drahtes 4 in Wickelrichtung vorseilen und dem anderen zweiten Ende des jeweiligen zweiten Bereichs 13 das momentan gewickelte Stück des Drahtes 4 bis zu einem Drittel des Durchmessers des Drahtes 4 entgegen der Wickelrichtung hinterhereilen. Dennoch wird sich der Draht 4 im jeweiligen zweiten Bereich 13 der momentan gewickelten Wickellage 31 in der richtigen Vertiefung der nächsttieferen Wickellage 31 auto-, also von selbst, positionieren. Auch beim gleichzeitigen Wickeln mehrerer paralleler Drähte 4 kann dieser Drahtautopositionierungseffekt in vorteilhafter Weise zur Verbesserung und zur Vereinfachung des Wickelns verwendet werden. Da dabei der Wickelarm im Wesentlichen mit gleichmäßiger Geschwindigkeit in Richtung des Versatzes des Drahtes bewegt wird, kann die Belastung des Wickelarmes und der Wickelmaschine wesentlich verringert werden. Gleichzeitig kann die Wickelgeschwindigkeit weiter erhöht werden. Alternativ kann eine Mischung aus ruckartiger Wickelarmbewegung – ähnlich wie der Methode zum orthozyklischen Wickeln – und aus gleichförmiger Wickelarmbewegung – ähnlich wie der Methode zum schraubenförmigen Wickeln – vorgesehen sein. Auch hierbei kann die Belastung des Wickelarmes bei gleichzeitiger Erhöhung der Wickelgeschwindigkeit und der Präzision der Positionierung der Windungen 3 verringert werden.

Die Fig. 4 bis 6 zeigen schematisch unterschiedliche Ausführungsformen und unterschiedliche Spulengeometrien der Spule 1, sowie unterschiedliche Anordnungen der mehreren zweiten Bereiche 13 und der mehreren ersten Bereiche 12.

Die Fig. 4 zeigt eine runde Spule 1 mit zwei zweiten Bereichen 13 und zwei ersten Bereichen 12 entlang des Umfangs der Spule 1.

Die Fig. 5 zeigt eine rechteckige, viereckige Spule 1, welche jeweils zwei erste Bereiche 12 und zwei zweite Bereiche 13 aufweist. An zumindest einer der Seitenflächen der rechteckigen Spule 1 können auch mehrere erste Bereiche 12 und/oder mehrere zweite Bereiche 13 ausgebildet sein.

Die Fig. 6 zeigt eine sechseckige Spule 1, wobei drei der sechs Seitenflächen der Spule 1 als erste Bereiche 12 und drei der sechs Seitenflächen der Spule 1 als zweite Bereiche 13 ausgebildet sind.

Die Fig. 7 zeigt schematisch zwei volle Windungen 3 einer rechteckigen Spule 1 einer siebten Ausführungsform. Dargestellt sind die Spulenachse 11, den Draht 4, zwei volle Windungen 3 der die Spule 1 ausbildenden Wicklung, zwei erste Bereiche 12 und zwei zweite Bereiche 13 sowie eine Ebene normal zur Spulenachse 11, die Spulenachsennormalebene 19.

Die beiden in Fig. 7 gezeigten Windungen 3 umfassen Draht 4 in den beiden ersten Bereichen 12, welcher parallel zur Spulenachsennormalebene 19 gerichtet ist und Draht 4 in den beiden zweiten Bereichen 13, wobei in den beiden zweiten Bereichen 13 der Versatz 41 des Drahtes 4 ausgebildet ist und der Draht 4 derart versetzt zur Spulenachsennormalebene 19 angeordnet ist. In Fig. 7 beträgt der Drahtversatz einen halben Drahtdurchmesser in jedem der beiden zweiten Bereiche 13. Spulen 1 gemäß der in Fig. 2 dargestellten Spulen 1 einer zweiten Ausführungsform können eine derartige Anordnung von Windungen 3, der Ausrichtung des Drahtes 4 in den ersten Bereichen 12 und der Größe des Versatzes 41 des Drahtes 4 in den zweiten Bereichen 13 aufweisen.

Weitere erfindungsgemäße Ausführungsformen weisen lediglich einen Teil der beschriebenen Merkmale auf, wobei jede Merkmalskombination, insbesondere auch von verschiedenen beschriebenen Ausführungsformen, vorgesehen sein kann.

Patentansprüche:

**GIBLER & POTH**  
**Patentanwälte OEG**

Dorotheergasse 7 – A-1010 Wien – patent@aon.at  
Tel: +43 (1) 512 10 98 – Fax: +43 (1) 513 47 76

29762/pt

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Spule (1) mit einer Maschinenlagenwicklung aus wenigstens einem Draht (4), wobei die Spule (1) eine Spulenachse (11) aufweist, welche parallel zur Haupt-Magnetfeldrichtung der stromdurchflossenen Spule (1) angeordnet ist, wobei der wenigstens eine Draht (4) entlang des Spulenumfanges bei einer Windung (3) in ersten Bereichen (12) im Wesentlichen normal zur Spulenachse (11) geführt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass entlang des Spulenumfanges wenigstens zwei zweite Bereiche (13) ausgebildet sind, dass in den zweiten Bereichen (13) der wenigstens eine Draht (4) zumindest in einer der Windungen (3) jeweils zwischen einem Ende eines der zweiten Bereiche (13) und dem gegenüberliegenden Ende desselben zweiten Bereiches (13) einen Versatz (41) parallel zur Spulenachse aufweist, und dass zwischen jeweils zwei der zweiten Bereiche (13) zumindest einer der ersten Bereiche (12) ausgebildet ist.
2. Spule nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Draht (4) diesen Versatz (41) in zumindest einem Großteil der Windungen (3) aufweist.
3. Spule nach Anspruch 1, oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei der ersten Bereiche (12) diametral gegenüberliegend angeordnet sind.
4. Spule nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Summe des Versatzes (41) einer Windung (3) entlang des Umfangs der Spule (1) im Wesentlichen der Breite eines Drahtes (4) oder der Breite der Anzahl der parallel und gleichzeitig gewickelten Drähte (4) entspricht.

5. Spule nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Windungen (3) auf zumindest einem Träger (2) aufgewickelt sind, wobei der Träger (2) Führungen für eine innerste Wickellage (31) aufweist.
6. Spule nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Träger (2) zumindest in den zweiten Bereichen (13) ausgebildet ist.
7. Spule nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Träger (2) mehrstückig aus mehreren voneinander beabstandeten Einzelträgern ausgebildet ist.
8. Elektrisches Bauteil, insbesondere Elektromotor, mit einer Spulenordnung, insbesondere einer ringförmigen Spulenordnung, **dadurch gekennzeichnet**, dass das elektrische Bauteil zumindest eine Spule (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.
9. Elektrisches Bauteil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei der Windungen (3) wenigstens einer der Spulen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 in die von den Windungen (3) einer weiteren Spule (1) gebildeten Windungszwischenräume (33) eingreifen.
10. Elektrisches Bauteil nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenaußenseite (15) zumindest einer der Spulen (1) wenigstens eine Stufe (32) aufweist, wobei die wenigstens eine Stufe (32) von außenliegenden Windungen (3) einer unteren Wickellage (31) und einer außenliegenden Windung (3) einer oberen Wickellage (31) gebildet ist, dass – in einer die Spulenachse (11) enthaltenden Schnittebene gesehen – eine Stufenfreifläche (34) durch die Windungen (3) der Stufe (32) und die äußere Tangente (35) an die Windungen (3) der Stufe (32) gebildet ist, und dass in eine der wenigstens einen Stufenfreifläche (34) eine weitere der Spulen (1) eingreift.
11. Elektrisches Bauteil nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei benachbarte der Spulen (1) jeweils eine stufenförmige Spulenaußenseite (15) aufweisen, wobei die Stufen (32) der einander zugewandten Spulenaußenseiten (15) dieser Spulen (1) so angeordnet sind, dass der Abstand der Spulenaußenseiten (15) im Wesentlichen kleiner oder

gleich dem 1,3fachen, vorzugsweise dem 1,2fachen, insbesondere dem 1,1fachen, des Drahtdurchmessers ist.

12. Verfahren zur Herstellung einer Spule (1) mit einer Maschinenlagenwicklung aus wenigstens einem Draht (4), wobei die Spule (1) eine Spulenachse (11) aufweist, welche parallel zur Haupt-Magnetfeldrichtung der stromdurchflossenen Spule (1) angeordnet ist, wobei der wenigstens eine Draht (4) entlang des Spulenumfanges bei einer Windung (3) in ersten Bereichen (12) im Wesentlichen normal zur Spulenachse (11) geführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass entlang des Spulenumfanges bei zumindest einer Windung (3) wenigstens zwei zweite Bereiche (13) ausgebildet werden, dass in den zweiten Bereichen (13) der wenigstens eine Draht (4) zumindest einer der Windungen (3) zwischen einem Ende des zweiten Bereiches (13) und dem gegenüberliegenden Ende desselben zweiten Bereiches (13) parallel zur Spulenachse versetzt wird, und dass zwischen jeweils zwei der zweiten Bereiche (13) zumindest einer der ersten Bereiche (12) ausgebildet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Draht (4) bei dem Wickeln von zumindest einer Mehrzahl der Windungen (3) zumindest einer der Wickellagen (31) mit konstanter Vorschubgeschwindigkeit parallel zur Spulenachse geführt wird.

Der Patentanwalt:

**GIBLER & POTH**  
**P a t e n t a n w ä l t e G E G**  
Dorotheergasse 7 1040 Wien [patent@aon.at](mailto:patent@aon.at)  
Tel: +43 (1) 513 10 98 - Fax: +43 (1) 513 47 76

1 / 5

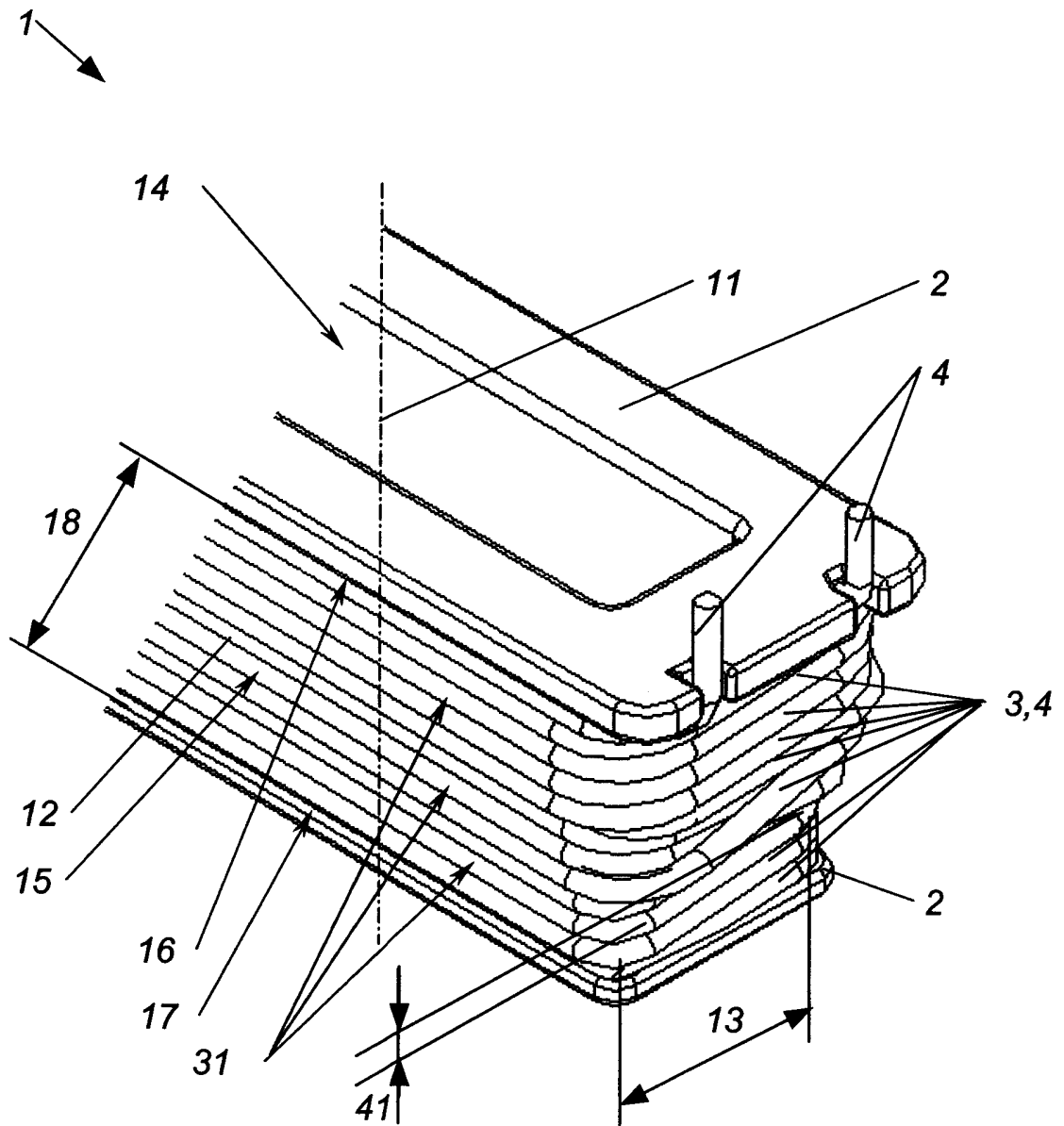


Fig. 1

2 / 5

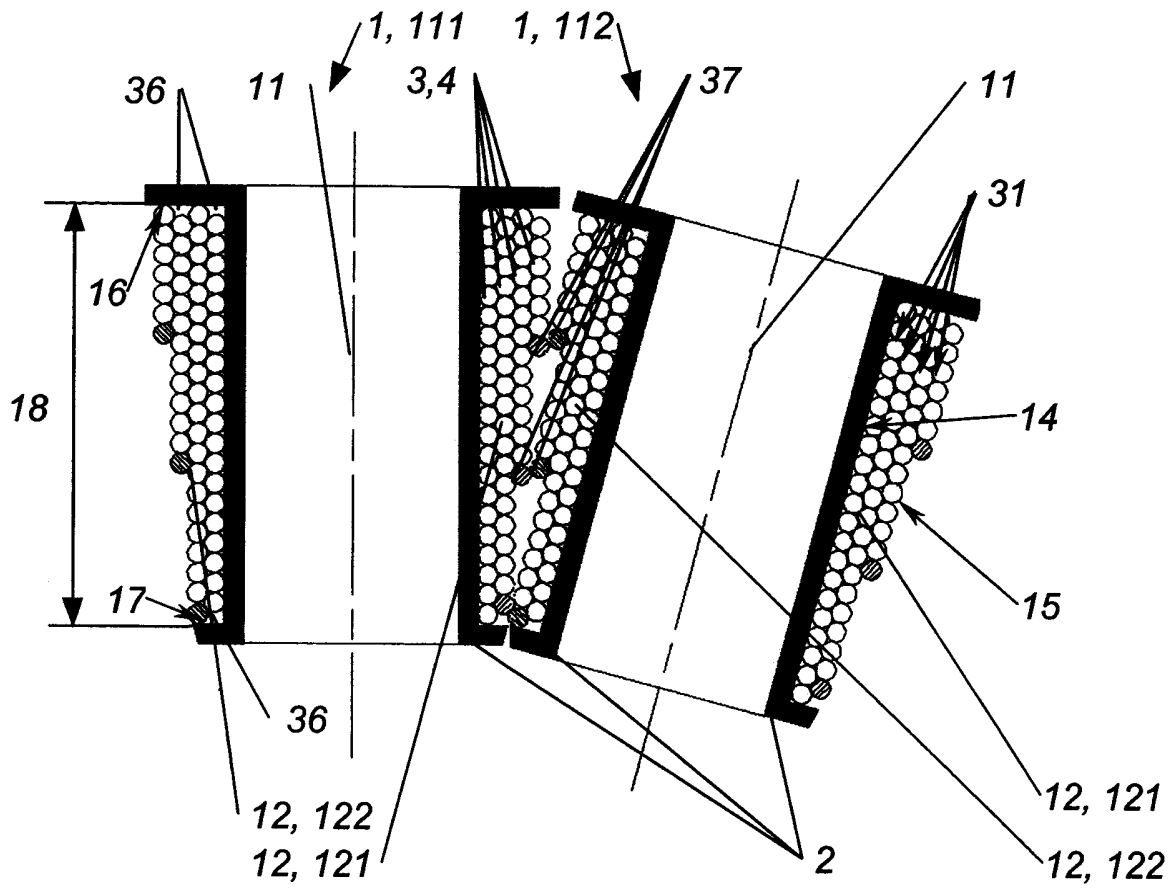
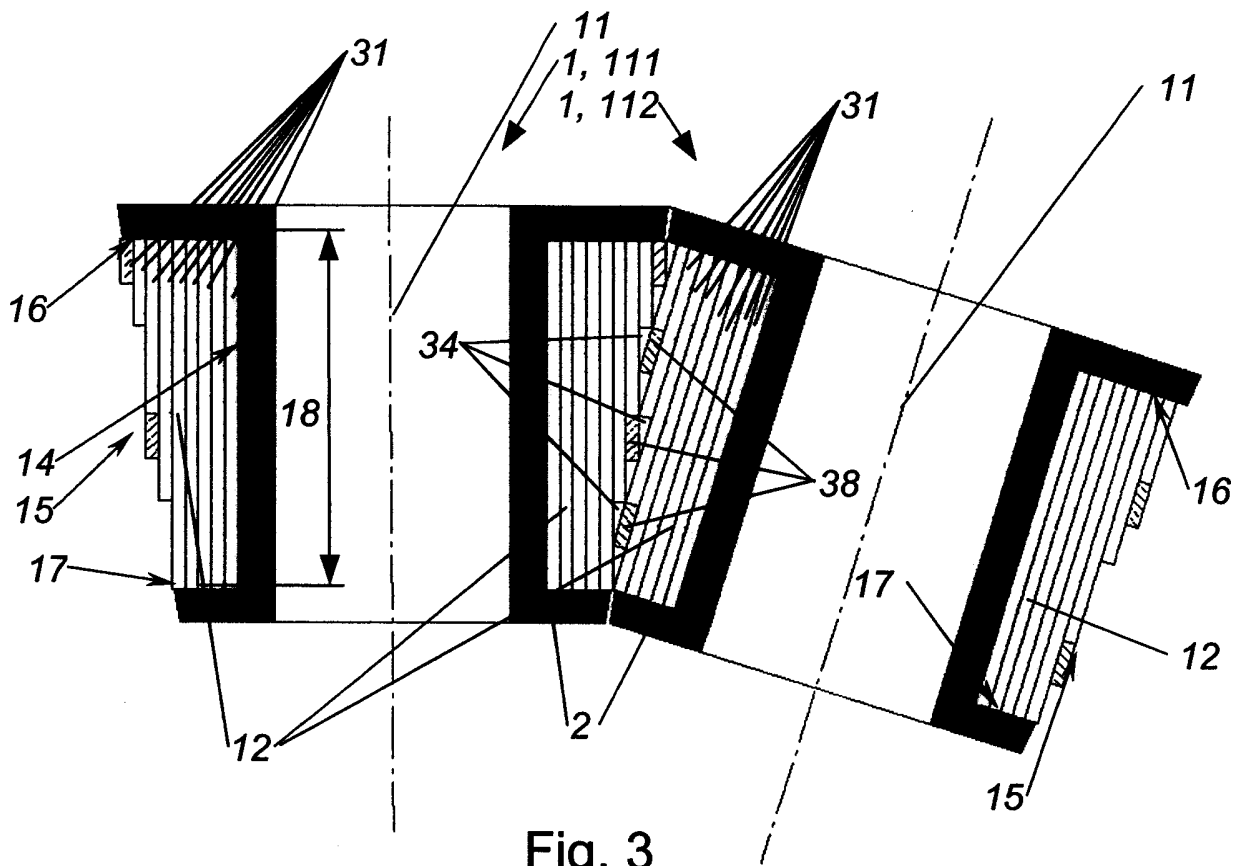


Fig. 2

**3 / 5**



4 / 5

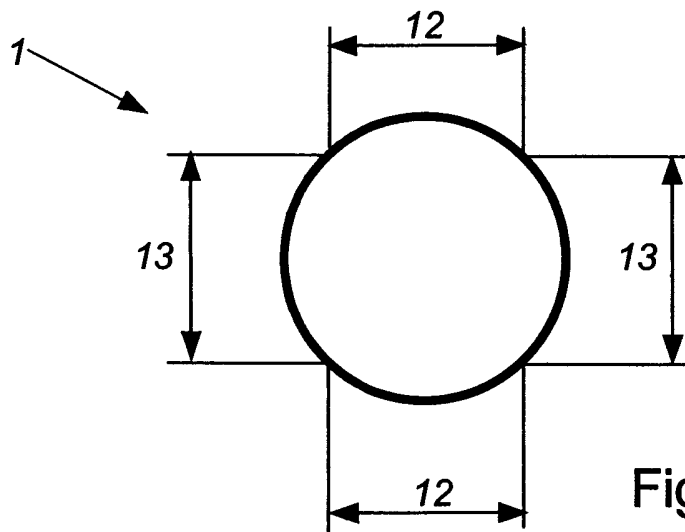


Fig. 4

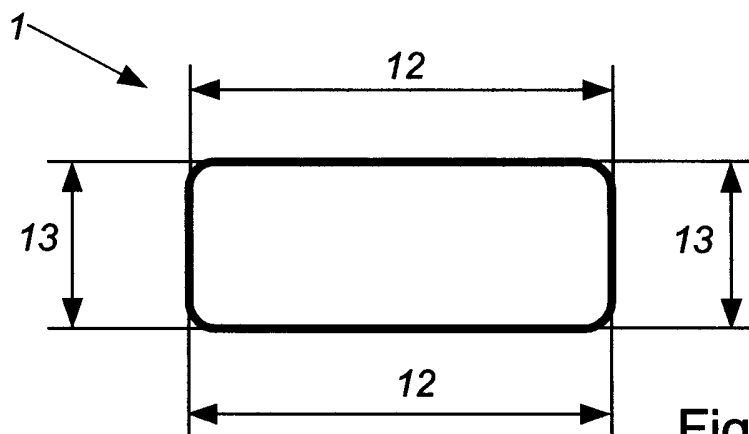


Fig. 5

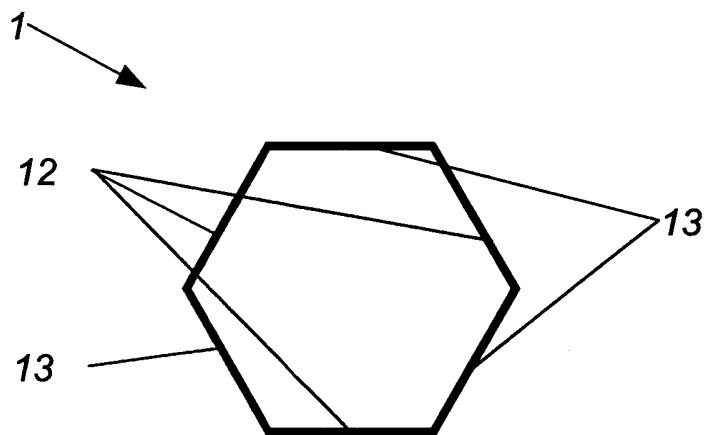


Fig. 6

5 / 5

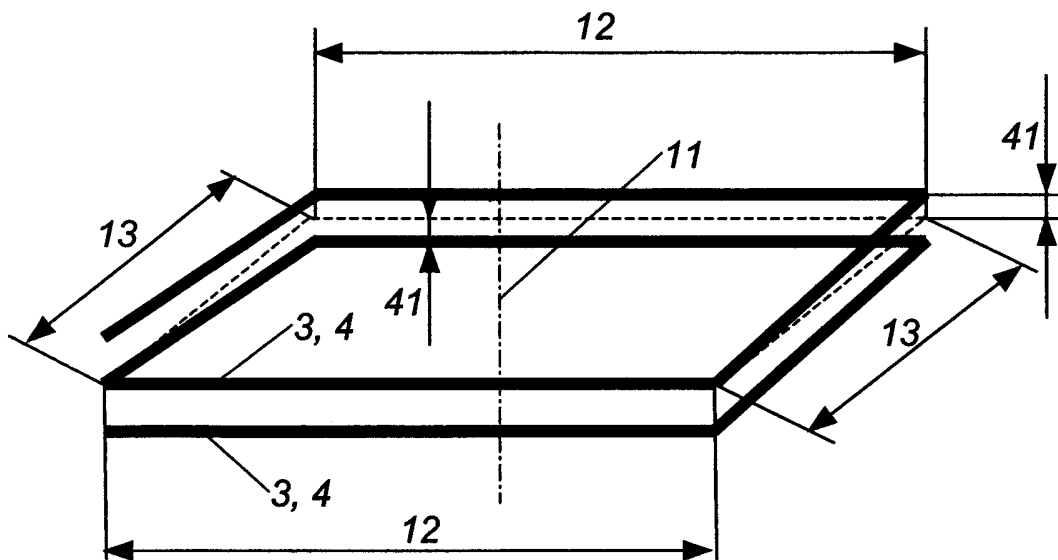


Fig. 7

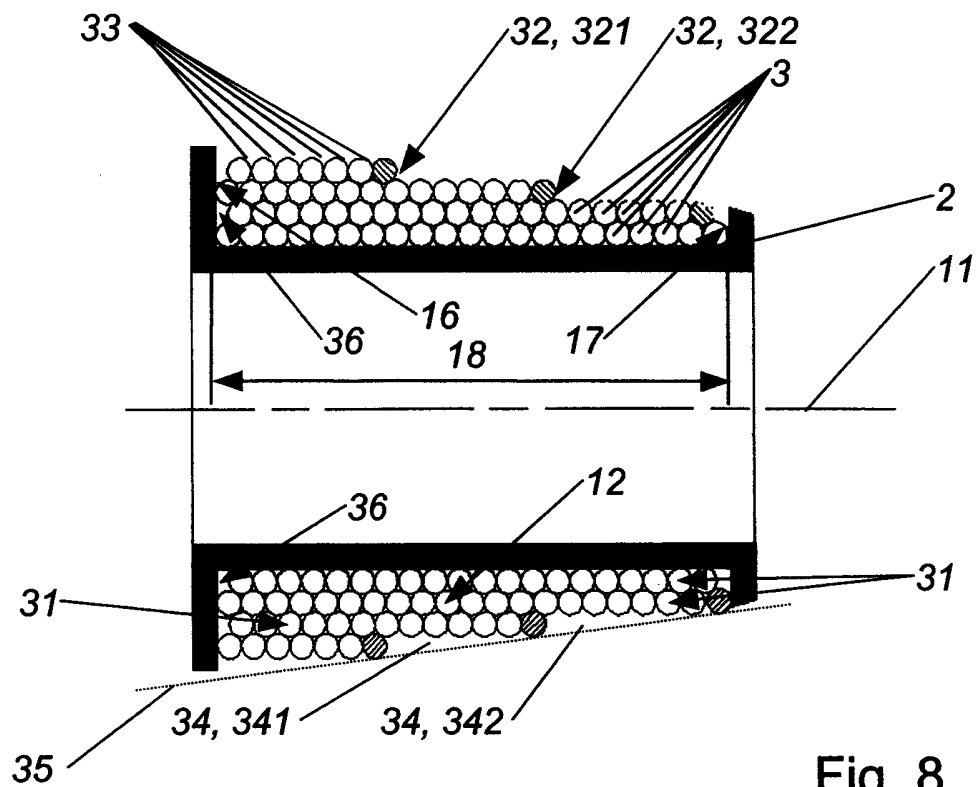


Fig. 8



A 422/2007

Anmelder: EGSTON System Electronics Eggenburg GmbH

1

**G I B L E R   &   P O T H**

**P a t e n t a n w ä l t e   O E G**

Dorotheergasse 7 – A-1010 Wien – patent@aon.at

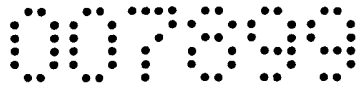
Tel: +43 (1) 512 10 98 – Fax: +43 (1) 513 47 76

29762/gg

## **N E U E   P A T E N T A N S P R Ü C H E**

1.    Elektrisches Bauteil, insbesondere Elektromotor, mit einer Spulenanordnung, insbesondere einer ringförmigen Spulenanordnung, wobei das elektrische Bauteil zumindest zwei Spulen (1) mit jeweils einer Maschinenlagenwicklung aus wenigstens einem Draht (4), wobei die Spulen (1) eine Spulenachse (11) aufweisen, welche parallel zur Haupt-Magnetfeldrichtung der stromdurchflossenen Spulen (1) angeordnet ist, wobei der wenigstens eine Draht (4) entlang des Spulenumfanges bei einer Windung (3) in ersten Bereichen (12) im Wesentlichen normal zur Spulenachse (11) geführt ist, wobei entlang eines Spulenumfanges wenigstens zwei zweite Bereiche (13) ausgebildet sind, wobei in den zweiten Bereichen (13) der wenigstens eine Draht (4) zumindest in einer der Windungen (3) jeweils zwischen einem Ende eines der zweiten Bereiche (13) und dem gegenüberliegenden Ende desselben zweiten Bereiches (13) einen Versatz (41) parallel zur Spulenachse aufweist, und wobei zwischen jeweils zwei der zweiten Bereiche (13) zumindest einer der ersten Bereiche (12) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Windungen (3) wenigstens einer der Spulen (1) in die von den Windungen (3) einer weiteren der Spulen (1) gebildeten Windungszwischenräume (33) eingreifen.

2.    Elektrisches Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spulenaußenseite (15) zumindest einer der Spulen (1) wenigstens eine Stufe (32) aufweist, wobei die wenigstens eine Stufe (32) von außenliegenden Windungen (3) einer unteren Wickellage (31) und einer außenliegenden Windung (3) einer oberen Wickellage (31) gebildet ist, dass – in einer die Spulenachse (11) enthaltenden Schnittebene gesehen – eine Stufenfreifläche (34) durch die Windungen (3) der Stufe (32) und die äußere Tangente (35) an die Windungen (3) der Stufe (32) gebildet ist, und dass in eine der wenigstens einen Stufenfreifläche (34) eine weitere der Spulen (1) eingreift.



A 422/2007

2

Anmelder: EGSTON System Electronics Eggenburg GmbH

3. Elektrisches Bauteil nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei benachbarte der Spulen (1) jeweils eine stufenförmige Spulenaußenseite (15) aufweisen, wobei die Stufen (32) der einander zugewandten Spulenaußenseiten (15) dieser Spulen (1) so angeordnet sind, dass der Abstand der Spulenaußenseiten (15) im Wesentlichen kleiner oder gleich dem 1,3fachen, vorzugsweise dem 1,2fachen, insbesondere dem 1,1fachen, des Drahtdurchmessers ist.

4. Elektrisches Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Draht (4) zumindest einer der Spulen (1) diesen Versatz (41) in zumindest einem Großteil der Windungen (3) aufweist.

5. Elektrisches Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei der ersten Bereiche (12) zumindest einer der Spulen (1) diametral gegenüberliegend angeordnet sind.

6. Elektrisches Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Summe des Versatzes (41) einer Windung (3) zumindest einer der Spulen (1) entlang des Umfangs der Spule (1) im Wesentlichen der Breite eines Drahtes (4) oder der Breite der Anzahl der parallel und gleichzeitig gewickelten Drähte (4) entspricht.

7. Elektrisches Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Windungen (3) zumindest einer der Spulen (1) auf zumindest einem Träger (2) aufgewickelt sind, wobei der Träger (2) Führungen für eine innerste Wickellage (31) aufweist.

8. Elektrisches Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Träger (2) einer der Spulen (1) zumindest in den zweiten Bereichen (13) ausgebildet ist.

9. Elektrisches Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Träger (2) zumindest einer der Spulen (1) mehrstückig aus mehreren voneinander beabstandeten Einzelträgern ausgebildet ist.

Der Patentanwalt:

**G U B L E R & P O T H**  
**P a t e n t a n w ä l t e O E G**

Dorotheergasse 7 – A-1010 Wien – patent@aon.at  
Tel: +43 (1) 512 10 98 – Fax: +43 (1) 513 47 76



| Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC <sup>8</sup> :<br><b>H01F 41/06 (2006.01)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                        |                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:<br><b>H01F 41/06C2, H01F 41/06D</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                        |                                                                                                      |
| Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):<br><b>H01F</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                        |                                                                                                      |
| Konsultierte Online-Datenbank:<br><b>EPODOC WPI</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                        |                                                                                                      |
| Dieser Recherchenbericht wurde zu den am <b>16. März 2007</b> eingereichten Ansprüchen <b>1-13</b> erstellt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                        |                                                                                                      |
| Kategorie <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Bezeichnung der Veröffentlichung:<br>Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum,<br>Textstelle oder Figur soweit erforderlich | Betreffend Anspruch                                                                                  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 2000245092 A (Toyota Motor) 8. September 2000 (08.09.2000)<br><i>Zusammenfassung, Figs 10 - 15 und Beschreibung der Englischen Übersetzung</i>                      | 1-13                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | --                                                                                                                                                                     |                                                                                                      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 1699060 A2 (Nittoku Eng) 6. September 2006 (06.09.2006)<br><i>Fig 1 und Beschreibung</i>                                                                            | 1-9, 12,13                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | --                                                                                                                                                                     |                                                                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 08023720 A (Nittoku Eng) 9. August 1996 (09.08.1996)<br><i>Zusammenfassung, Fig 2</i>                                                                               | 1, 12                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ----                                                                                                                                                                   |                                                                                                      |
| Datum der Beendigung der Recherche:<br><b>18. September 2007</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt<br>Prüfer(in):<br><b>Dipl.-Ing. SCHLECHTER</b> |
| <sup>1)</sup> Kategorien der angeführten Dokumente:<br><b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b> : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.<br><b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b> : der Anmeldungsgegenstand 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 <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist.<br><b>A</b> Veröffentlichung, die den <b>allgemeinen Stand der Technik</b> definiert.<br><b>P</b> Dokument, das <b>von Bedeutung</b> ist (Kategorien X oder Y), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde.<br><b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie X), aus dem ein <b>älteres Recht</b> hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).<br><b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist. |                                                                                                                                                                        |                                                                                                      |