

(19)



(11)

EP 2 908 320 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.08.2015 Patentblatt 2015/34

(51) Int Cl.:
H01F 5/02 (2006.01) **H01F 17/06** (2006.01)
H01F 27/28 (2006.01) **H01F 27/32** (2006.01)
H01F 30/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14155017.8**

(22) Anmeldetag: **13.02.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Garcia, Olivier**
2555 Brügg (CH)
- **Pawel, Sascha**
2502 Biel (CH)
- **Thalheim, Jan**
2504 Biel (CH)

(71) Anmelder: **CT-Concept Technologie GmbH**
2504 Biel-Bienne (CH)

(74) Vertreter: **Conroy, John et al**
Fish & Richardson P.C.
Highlight Business Towers
Mies-van-der-Rohe-Straße 8
80807 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Rätz, Markus**
3297 Leuzigen (CH)

(54) **Isolationsstruktur für Transformator, Verfahren zum Isolieren eines Transformators und Transformator mit Isolationsstruktur**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine vorgeformte Isolationsstruktur für einen Transformator, einen Transformator mit einer vorgeformten Isolationsstruktur und ein Verfahren zur Herstellung eines Transformators mit einer vorgeformten Isolationsstruktur. Beispielsweise kann eine erste vorgeformte Isolationsstruktur dazu ausgelegt sein, zwischen einer ersten und einer zweiten

Wicklung eines Transformators angeordnet zu sein, wenn die ersten und zweiten Wicklungen um einen Transformator Kern des Transformators gewickelt sind, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur weiterhin dazu ausgelegt sein kann, die zweite Wicklung von der ersten Wicklung und von dem Transformator Kern zu beabstanden.

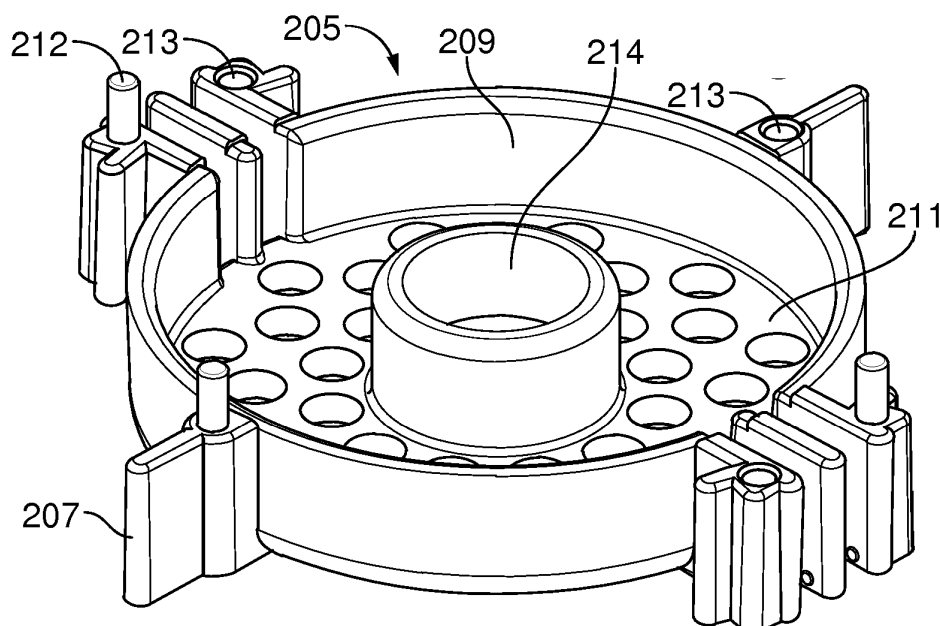


FIG. 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine vorgeformte Isolationsstruktur für einen Transformator, einen Transformator mit einer vorgeformten Isolationsstruktur und ein Verfahren zur Herstellung eines Transformators mit einer vorgeformten Isolationsstruktur. Derartige Vorrichtungen werden beispielsweise in Trenntransformatoren eingesetzt, in denen zwischen einer Primär- und einer Sekundärwindung hohe Spannungen anliegen.

Hintergrund

[0002] Transformatoren und insbesondere Trenntransformatoren können einen Transformator Kern und mindestens zwei Wicklungen umfassen. In manchen Trenntransformatoren sind die Wicklungen in einer bifilaren Anordnung gewickelt. Eine beispielhafte bifilare Anordnung ist in Figur 1 gezeigt. Zwei durch Drähte gebildete Wicklungen 102, 103 sind um einen ringförmigen Transformator Kern 101 in mehreren Windungen gewickelt. Beide Wicklungen 102, 103 können sich beispielsweise im Wesentlichen entlang des gesamten Umfangs des ringförmigen Transformator Kerns 101 erstrecken, um Streuinduktivitäten zu begrenzen. Der Isolationswiderstand zwischen der ersten Wicklung 102 und der zweiten Wicklung 103 wird in dieser Anordnung im Wesentlichen durch den Abstand und die Isolationswiderstände der die Wicklungen bildenden Drähte bestimmt. Um einen ausreichenden Isolationswiderstand gegenüber hohen Spannungen, beispielsweise Spannungen zwischen 1 kV und 25 kV, sicherzustellen, kann die Dicke des Isolationsmaterials der Drähte und/oder ihr Abstand erhöht werden. Allerdings kann sowohl eine Erhöhung des Abstands als auch der Dicke des Isolationsmaterials der Drähte das Volumen der Windungen erhöhen. Um eine gleichbleibende Windungsanzahl mit solchen Drähten zu erreichen, kann ein größerer Transformator Kern eingesetzt werden. Das kann zu einer vergrößerten Abmessung des gesamten Transformators führen.

[0003] In anderen Beispielen können die zwei Wicklungen eines Transformators jeweils auf einem unterschiedlichen Segment entlang des Umfangs eines ringförmigen Transformator Kerns gewickelt sein (zum Beispiel entlang eines 120°-Segments). Damit kann ein Abstand zwischen den ersten und zweiten Wicklungen erhöht werden. Allerdings kann sich durch diese Anordnung der ersten und zweiten Wicklungen die Streuinduktivität der Wicklungen erhöhen und ebenfalls eine vergrößerte Abmessung des Transformator Kerns und des gesamten Transformators nach sich ziehen, da auf ein Teil des Transformator Kerns keine Windungen gewickelt werden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Eine erste vorgeformte Isolationsstruktur ist dazu ausgelegt, zwischen einer ersten und einer zweiten Wicklung eines Transformators angeordnet zu sein, wenn die ersten und zweiten Wicklungen um einen Transformator Kern des Transformators gewickelt sind, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur dazu ausgelegt ist, die zweite Wicklung von der ersten Wicklung und von dem Transformator Kern zu beabstanden.

[0005] Eine zweite vorgeformte Isolationsstruktur ist dazu ausgelegt, zwischen einer ersten und einer zweiten Windung und einem Transformator Kern eines Transformators angeordnet zu sein, wenn die ersten und zweiten Wicklungen um einen Transformator Kern des Transformators gewickelt sind, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur weiter dazu ausgelegt ist, die erste und die zweite Wicklung von dem Transformator Kern zu beabstanden.

[0006] Ein erster Transformator umfasst einen Transformator Kern, einen ersten Draht, der eine erste Wicklung bildet, einen zweiten Draht, der eine zweite Wicklung bildet, wobei die ersten und zweiten Wicklungen um den Transformator Kern gewickelt sind, und wobei der Transformator weiter die erste oder zweite vorgeformte Isolationsstruktur umfasst.

[0007] Durch die Verwendung einer vorgeformten Isolationsstruktur kann ein kompakter Transformator aufgebaut werden, der einfach herzustellen ist. Die vorgeformte Isolationsstruktur legt durch ihre Abmessungen einen Mindestabstand zwischen den ersten und zweiten Wicklungen fest. Damit wird durch die Isolationsstruktur auch zuverlässig ein Mindestwert für die elektrische Durchschlagsfestigkeit zwischen der ersten und der zweiten Wicklung festgelegt. Insbesondere kann eine Anordnung der ersten und zweiten Wicklungen in zwei unterschiedlichen Ebenen erreicht werden. Diese Anordnung kann einen kompakten Aufbau sicherstellen, wobei gleichzeitig die Streuinduktivität der Anordnung gering gehalten werden kann. Da die Isolationsstruktur vorgeformt ist (also auch in einem vereinzelter Zustand im Wesentlichen stabil die Form einnimmt, die sie auch in dem zusammengesetzten Transformator hat), kann zudem das Zusammensetzen des Transformators erleichtert werden. Beispielsweise kann die zweite Wicklung direkt um die vorgeformte Isolationsstruktur gewickelt werden.

[0008] In einem zweiten Transformator gemäß dem ersten Transformator ist die zweite Wicklung um die vorgeformte Isolationsstruktur gewickelt.

[0009] In einem dritten Transformator gemäß dem ersten oder zweiten Transformator bleibt die vorgeformte Isolationsstruktur im Wesentlichen formstabil, wenn der zweite Draht um sie gewickelt wird.

[0010] In einem vierten Transformator gemäß einem der ersten bis dritten Transformatoren ist die vorgeformte Isolationsstruktur einteilig.

[0011] In einem fünften Transformator gemäß dem vierten Transformator umfasst die vorgeformte Isolationsstruktur eine Schale, die dazu ausgelegt ist, den

Transformatorkern mit der ersten Wicklung zumindest teilweise zu umschließen.

[0012] In einem sechsten Transformator gemäß einem der ersten bis dritten Transformatoren ist die vorgeformte Isolationsstruktur mehrteilig ist.

[0013] In einem siebten Transformator gemäß dem sechsten Transformator umfasst die vorgeformte Isolationsstruktur eine erste und eine zweite Schale, die dazu ausgelegt sind, den Transformator mit der ersten Wicklung zumindest teilweise zu umschließen.

[0014] In einem achten Transformator gemäß dem siebten Transformator sind die erste und zweite Schale identisch geformt.

[0015] In einem neunten Transformator gemäß einem der ersten bis achten Transformatoren die vorgeformte Isolationsstruktur dazu ausgelegt ist, den Transformator mit der ersten Wicklung vollständig zu umschließen

[0016] In einem zehnten Transformator gemäß einem der sechsten bis neunten Transformatoren umfasst die vorgeformte Isolationsstruktur drei oder mehr Teile.

[0017] In einem elften Transformator gemäß einem der ersten bis zehnten Transformatoren weist die vorgeformte Isolationsstruktur ein oder mehr Löcher auf.

[0018] In einem zwölften Transformator gemäß dem elften Transformator sind die Löcher rund, oval, dreieckig, rechteckig oder vieleckig oder haben eine unregelmäßige Form.

[0019] In einem dreizehnten Transformator gemäß dem elften oder zwölften Transformator weist die vorgeformte Isolationsstruktur mehr als zehn Löcher.

[0020] In einem vierzehnten Transformator gemäß einem der elften bis dreizehnten Transformatoren bedecken die ein oder mehr Löcher mehr als 10% der Oberfläche der vorgeformten Isolationsstruktur.

[0021] In einem fünfzehnten Transformator gemäß einem der elften bis vierzehnten Transformatoren sind die ein oder mehr Löcher so angeordnet, dass wenn der Transformator und die erste Wicklung innerhalb der vorgeformten Isolationsstruktur angeordnet sind, der gesamte nicht vom Transformator oder vom Transformator und der ersten Wicklung eingenommene Raum innerhalb der vorgeformten Isolationsstruktur mit dem Außenraum über die ein oder mehr Löcher in Fluidverbindung steht.

[0022] In einem sechzehnten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren umfasst der Transformator weiter ein Gehäuse, das dazu ausgelegt ist, den Transformator, die ersten und zweiten Wicklungen und die vorgeformte Isolationsstruktur aufzunehmen.

[0023] Ein siebzehnter Transformator gemäß dem sechzehnten Transformator umfasst weiter eine Isolationssubstanz innerhalb des Gehäuses, die den Transformator und die ersten und zweiten Wicklungen umschließt.

[0024] In einem achtzehnten Transformator gemäß

dem siebzehnten Transformator ist die Isolationssubstanz ausgewählt aus einer Vergussmasse, einem Öl oder einem Gas.

[0025] In einem neunzehnten Transformator gemäß einem der sechzehnten bis achtzehnten Transformatoren und einem der zwölften bis fünfzehnten Transformatoren sind die ein oder mehr Löcher in der vorgeformten Isolationsstruktur so angeordnet, dass ein Innenraum des Gehäuses ohne Bildung von Hohlräumen mit der Isolationssubstanz gefüllt werden kann, wenn der Transformator, die ersten und zweiten Wicklungen und die ersten und zweiten Schalen in dem Gehäuse angeordnet sind.

[0026] In einem zwanzigsten Transformator gemäß einem der sechzehnten bis neunzehnten Transformatoren weist das Gehäuse ein oder mehrere Vorsprünge auf, um die vorgeformte Isolationsstruktur von ein oder mehreren Außenwänden des Gehäuses zu beabstanden.

[0027] In einem einundzwanzigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren definiert die vorgeformte Isolationsstruktur eine geschlossene Fläche.

[0028] In einem zweiundzwanzigsten Transformator gemäß dem einundzwanzigsten Transformator sind ein oder mehrere Seiten der durch die vorgeformte Isolationsstruktur gebildeten geschlossenen Fläche zu dem Transformator und der ersten Wicklung hin offen.

[0029] In einem dreiundzwanzigsten Transformator gemäß einem der einundzwanzigsten oder zweiundzwanzigsten Transformatoren hat die vorgeformte Isolationsstruktur die Form eines Toroids.

[0030] In einem vierundzwanzigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren definiert die vorgeformte Isolationsstruktur einen Durchgang, durch den der zweite Draht um den Transformator gewickelt werden kann.

[0031] In einem fünfundzwanzigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren hat der Transformator eine geschlossene Form.

[0032] In einem sechsundzwanzigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren erstreckt sich die erste und/oder die zweite Wicklung über mindestens 300° deg entlang des Transformator.

[0033] In einem siebenundzwanzigsten Transformator gemäß den fünfundzwanzigsten oder sechsundzwanzigsten Transformatoren ist der Transformator ein Toroid.

[0034] In einem achtundzwanzigsten Transformator gemäß dem siebenundzwanzigsten Transformator ist der Transformator ringförmig ist.

[0035] In einem neunundzwanzigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren erstrecken sich die erste und/oder die zweite Wicklung über höchstens 175° deg entlang des Transformator.

[0036] Ein dreißigster Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren umfasst einen dritten Draht, der eine dritte Wicklung bildet, wobei die dritte Windung um den Transformator gewickelt ist.

[0037] In einem einunddreißigsten Transformator gemäß dem dreißigsten Transformator ist die vorgeformte Isolationsstruktur zwischen dem Transformator Kern und der dritten Wicklung angeordnet.

[0038] Ein zweiunddreißigster Transformator gemäß dem dreißigsten oder einunddreißigsten Transformator umfasst weiter ein oder mehr weitere Drähte, die ein oder mehr weitere Wicklungen bilden, wobei ein oder mehr Wicklungen um den Transformator Kern gewickelt sind.

[0039] In einem dreiunddreißigsten Transformator gemäß dem zweiunddreißigsten Transformator erstreckt sich die erste Wicklung über mindestens 300° deg entlang des Transformator Kerns und die zweite und die ein oder mehr weiteren Wicklungen erstrecken sich jeweils über ein unterschiedliches Segment des Transformator Kerns und sind voneinander beabstandet.

[0040] In einem vierunddreißigsten Transformator gemäß dem dreiunddreißigsten Transformator umfasst der Transformator eine weitere erste Wicklung, die sich über mindestens 300° deg entlang des Transformator Kerns erstreckt und auf einer Ebene mit der ersten Wicklung gewickelt ist.

[0041] In einem fünfunddreißigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren sind die erste Wicklung eine Primärwicklung und die zweite und weiteren Wicklungen Sekundärwicklung.

[0042] In einem sechsunddreißigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren definiert der Transformator Kern eine erste Ebene, in der oder parallel zu der der magnetische Fluss des Transformator Kerns bei Betrieb des Transformators verläuft und wobei die vorgeformte Isolationsstruktur zwischen der ersten und zweiten Wicklung angeordnet ist, so dass die zweite Wicklung in auf eine zweite Richtung, die senkrecht auf der ersten Ebene steht, von der ersten Wicklung und dem Transformator Kern beabstandet wird.

[0043] In einem siebenunddreißigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren ist die vorgeformte Isolationsstruktur mit einem Spritzgussverfahren hergestellt.

[0044] In einem achtunddreißigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren umfasst die vorgeformte Isolationsstruktur ein Thermoplast.

[0045] In einem neununddreißigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren umfasst die vorgeformte Isolationsstruktur ein Material, das eine Dielektrizitätskonstante von 1 bis 10 bei 0 bis 10 MHz aufweist.

[0046] In einem vierzigsten Transformator gemäß dem neununddreißigsten Transformator ist zwischen der zweiten und der dritten Wicklung eine zweite vorgeformte Isolationsstruktur angeordnet, die die dritte Wicklung von der zweiten Wicklung und der ersten Windung und dem Transformator Kern beabstandet.

[0047] In einem einundvierzigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren umfasst die vorgeformte Isolationsstruktur einen oder mehrere Draht-Halter, in dem der erste, der zweite Draht oder

beide und optional jeder weitere Draht fixiert werden können.

[0048] In einem zweiundvierzigsten Transformator gemäß dem achtzehnten Transformator oder dem achtzehnten Transformator und einem der vorangehenden Transformatoren umfasst die vorgeformte Isolationsstruktur ein oder mehrere Positionierstrukturen, die dazu ausgelegt sind, die vorgeformte Isolationsstruktur innerhalb des Gehäuses in ein oder mehreren Richtungen zu positionieren.

[0049] In einem dreiundvierzigsten Transformator gemäß dem zweiundvierzigsten Transformator sind ein oder mehrere Positionierstrukturen Vorsprünge beinhaltet, die auf einer Oberfläche der vorgeformten Isolationsstruktur angeordnet sind.

[0050] In einem vierundvierzigsten Transformator gemäß dem zweiundvierzigsten oder dreiundvierzigsten Transformatoren sind die Vorsprünge bemessen, so dass ein Abstand der zweiten Wicklung von ein oder mehreren Seitenflächen des Gehäuses konstant ist.

[0051] In einem fünfundvierzigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren bestehen die vorgeformte Isolationsstruktur und das Gehäuse aus dem gleichen Material.

[0052] In einem sechsundvierzigsten Transformator gemäß dem neunten Transformator oder dem neunten Transformator und einem der vorangehenden Transformatoren definiert der Transformator Kern eine erste Ebene, in der oder parallel zu der der magnetische Fluss des Transformator Kerns bei Betrieb des Transformators verläuft, wobei eine Oberseite und eine Unterseite des Transformator Kerns sich parallel zu der ersten Ebene erstrecken und wobei die erste Schale die Oberseite und die zweite Schale die Unterseite des Transformator Kerns umschließt.

[0053] In einem siebenundvierzigsten Transformator gemäß dem neunten Transformator oder dem neunten Transformator und einem der vorangehenden Transformatoren definiert der Transformator Kern eine erste Ebene, in der oder parallel zu der der magnetische Fluss des Transformator Kerns bei Betrieb des Transformators verläuft, wobei eine zweite Ebene, die eine erste Hälfte und eine zweite Hälfte des Transformator Kerns trennt senkrecht auf der ersten Ebene steht und wobei die erste Schale die erste Hälfte und die zweite Schale die zweite Hälfte des Transformator Kerns umschließt.

[0054] In einem achtundvierzigsten Transformator gemäß einem der vorangehenden Transformatoren weist die die vorgeformte Isolationsstrukturen Wicklungshilfen für den ersten Draht, den zweiten Draht oder beide.

[0055] Eine dritte vorgeformte Isolationsvorrichtung umfasst eine erste Schale, die dazu ausgelegt ist, einen Transformator Kern teilweise zu umschließen, wobei die erste Schale eine Mehrzahl von Löchern, und eine erste Aussparung umfasst, eine zweite Schale, die dazu ausgelegt ist, einen Transformator Kern teilweise zu umschließen, wobei die zweite Schale eine Mehrzahl von Löchern und eine zweite Aussparung umfasst, wobei die

ersten und zweiten Schalen dafür ausgelegt sind, dass ein Draht um den Transformtorkern durch die ersten und zweiten Aussparungen gewickelt werden kann, wenn die ersten und zweiten Schalen den Transformatorkern umschließen.

[0056] Ein erstes Verfahren zur Herstellung eines Transformators umfasst bereitstellen eines Transformatorkerns, wickeln eines ersten Drahts um einen Transformatorkern, um eine erste Wicklung zu bilden, anordnen einer vorgeformten Isolationsstruktur, so dass die vorgeformten Isolationsstruktur zumindest einen Teil der ersten Wicklung und des Transformatorkerns umschließt und wickeln eines zweiten Drahts um die vorgeformte Isolationsstruktur, um eine zweite Wicklung zu bilden.

[0057] In einem zweiten Verfahren gemäß dem ersten Verfahren beabstandet die vorgeformte Isolationsstruktur die zweite Wicklung von der ersten Wicklung und dem Transformatorkern.

[0058] Ein drittes Verfahren gemäß dem ersten oder zweiten Verfahren umfasst weiter anordnen des Transformatorkerns mit den ersten und zweiten Wicklungen und der vorgeformten Isolationsstruktur in einem Gehäuse und ausgießen des Gehäuses mit einer Isolationssubstanz, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur ein oder mehr Löcher umfasst, so dass die Isolationssubstanz ohne Bildung von Hohlräumen das Gehäuse füllen kann.

[0059] In einem vierten Verfahren gemäß dem zweiten oder dritten Verfahren wird der Schritt des Ausgießens des Gehäuses unter Unterdruck durchgeführt.

[0060] In einem fünften Verfahren gemäß dem zweiten, dritten oder vierten Verfahren beinhaltet der Schritt des Ausgießens des Gehäuses ein Druckgussverfahren.

[0061] In einem sechsten Verfahren gemäß einem der vorangehenden Verfahren umfasst die vorgeformte Isolationsstruktur einen oder mehrere Draht-Halter umfasst, wobei das Verfahren weiter umfasst fixieren eines ersten Teils des zweiten Drahts in dem Drahthalter vor dem Schritt des Wickelns des zweiten Drahts um die vorgeformte Isolationsstruktur und fixieren eines zweiten Teils des zweiten Drahts in dem Drahthalter nach dem Schritt des Wickelns des zweiten Drahts um die vorgeformte Isolationsstruktur.

[0062] Ein siebtes Verfahren gemäß dem sechsten Verfahren umfasst weiter einlegen der Transformatorkerns mit der ersten Wicklung in eine erste Schale der vorgeformten Isolationsstruktur, fixieren eines oder mehrere Teile des ersten Drahts und, nach dem Fixieren der ein oder mehreren Teile des ersten Drahts, verbinden der ersten Schale mit einer zweiten Schale der vorgeformten Isolationsstruktur.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0063] Nicht-limitierende und nicht-erschöpfende Ausführungsbeispiele der Erfindung sind bezugnehmend auf die folgenden Figuren beschrieben, wobei gleiche Referenzzeichen sich auf gleiche Komponenten in den verschiedenen Figuren beziehen, soweit nichts Anderes

spezifiziert ist.

Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Anordnung eines Transformatorkerns und erster und zweiter Wicklungen gemäß dem Stand der Technik.

Fig. 2 zeigt eine Explosionsansicht einer ersten beispielhaften Ausführungsform einer vorgeformten Isolationsstruktur, die einen Transformatorkern mit einer ersten Wicklung umschließt.

Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht der vorgeformten Isolationsstruktur der

Figur 2, die den Transformatorkern und die erste Wicklung umschließt.

Fig. 4 zeigt eine weitere perspektivische Ansicht der vorgeformten Isolationsstruktur der **Figur 3**, wobei die zweite Wicklung um die vorgeformte Isolationsstruktur gewickelt ist.

Fig. 5 zeigt eine Draufsicht einer beispielhaften vorgeformten Isolationsstruktur mit einer zweiten Wicklung, die um die vorgeformte Isolationsstruktur gewickelt ist.

Fig. 6 zeigt eine Explosionsansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer vorgeformten Isolationsstruktur, die einen Transformatorkern mit einer ersten Wicklung umschließt und von einer zweiten Wicklung umschlossen ist sowie ein zugehöriges Gehäuse.

Fig. 7 zeigt eine Draufsicht der Teile eines Transformators aus **Figur 6**.

Fig. 8 zeigt eine perspektivische Ansicht der Teile eines Transformators aus **Fig. 6**.

Fig. 9 zeigt eine perspektivische Ansicht zweier Schalen, die eine vorgeformte Isolationsstruktur bilden.

Fig. 10 zeigt eine Draufsicht und eine seitliche Ansicht der Schalen aus **Figur 9**.

Fig. 11a zeigt eine Draufsicht eines Beispiels für einen Transformatorkern, auf den zwei Wicklungen gewickelt sind.

Fig. 11b zeigt eine Draufsicht eines weiteren Beispiels für einen Transformatorkern, auf den zwei Wicklungen gewickelt sind.

Figur 12a stellt eine schematische Draufsicht einer ersten Schale einer weiteren beispielhaften vorgeformten Isolationsstruktur dar.

Figur 12b stellt eine teilweises Schnittbild/ eine Draufsicht zweier in Figur 12a gezeigter Schalen mit mehreren Wicklungen und einem Transformator-kern dar.

Figur 13a stellt eine schematische Draufsicht der Teile (zwei Schalen und Mittelteil) einer beispielhaften dreiteiligen vorgeformten Isolationsstruktur dar.

Figur 13b stellt eine schematische Seitenansicht der Teile der vorgeformten Isolationsstruktur der **Figur 13a** dar.

Figur 14 stellt eine schematische Draufsicht und ein Schnittbild der Teile einer weiteren beispielhaften vorgeformten Isolationsstruktur dar.

Ausführliche Beschreibung

[0064] In der folgenden Beschreibung werden zahlreiche Details aufgeführt, um ein tiefgreifendes Verständnis der vorliegenden Erfindung zu ermöglichen. Es ist dem Fachmann jedoch klar, dass die spezifischen Details nicht notwendig sind, um die vorliegende Erfindung umzusetzen. An anderer Stelle sind bekannte Vorrichtungen und Verfahren nicht detailliert geschildert, um das Verständnis der vorliegenden Erfindung nicht unnötig zu erschweren.

[0065] In der vorliegenden Beschreibung bedeutet eine Bezugnahme auf "eine Ausführung", "einer Ausgestaltung", "ein Beispiel" oder "Beispiel", dass ein bestimmtes Merkmal, eine Struktur oder Eigenschaft, die in Verbindung mit dieser Ausführungsform beschrieben ist, in mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet ist. So beziehen sich die Phrasen "in einer Ausführung", "in einer Ausführungsform", "ein Beispiel" oder "in einem Beispiel" an verschiedenen Stellen in dieser Beschreibung nicht unbedingt alle auf dieselbe Ausführungsform oder dasselbe Beispiel. Ferner können die bestimmten Merkmale, Strukturen oder Eigenschaften in beliebigen geeigneten Kombinationen und / oder Unterkombinationen in einer oder mehreren Ausführungsformen oder Beispielen kombiniert werden. Besondere Merkmale, Strukturen oder Eigenschaften können in einer integrierten Schaltung, in einer elektronischen Schaltung, in einer Schaltungslogik oder in anderen geeigneten Komponenten beinhaltet sein, die die beschriebene Funktionalität bereitstellen. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass die Zeichnungen zum Zwecke der Erläuterung für den Fachmann dienen und dass die Zeichnungen nicht notwendigerweise maßstabsgetreu gezeichnet sind.

[0066] **Figuren 2 bis 4** zeigen verschiedene Ansichten einer vorgeformten Isolationsstruktur, die dazu ausgelegt ist, eine zweite Wicklung 203 von einer ersten Wicklung 202 und einem Transformator-kern 201 zu beanstanden. Die erste und die zweite Wicklung 202, 203 umfassen jeweils eine oder mehrere Windungen. Alternativ

können die in der Folge gezeigten vorgeformten Isolationsstrukturen aber auch nur den Transformator-kern umschließen und so die ersten und zweiten Wicklungen von dem Transformator-kern beabstanden. Die beispielhafte vorgeformte Isolationsstruktur ist zweiteilig und besteht aus einer ersten Schale 204 und einer zweiten Schale 205. Der Transformator-kern 201 durchsetzt die erste Wicklung 202, die von einem ersten Draht gebildet wird. In anderen Worten ist die erste Wicklung 202 um den Transformator-kern 201 gewickelt. Dabei ist die erste Wicklung 202 nicht notwendigerweise direkt um den Transformator-kern 201 gewickelt. Dies gilt nicht nur für die erste Wicklung 202 und den Transformator-kern 201, sondern im Allgemeinen wenn bisher und in der Folge davon gesprochen wird, dass eine Wicklung um ein bestimmtes Element gewickelt ist. Die erste und die zweite Schale 204, 205 sind dazu ausgelegt, dass sie zusammengesetzt werden können, um den Transformator-kern 201 und Teile der ersten Wicklung 202 zu umschließen (in anderen Beispielen sind die erste und die zweite Schale 204, 205 dazu ausgelegt, nur den Transformator-kern zu umschließen). **Figur 3** zeigt die ersten und zweiten Schalen 204, 205 in einem zusammengesetzten Zustand. In diesem Beispiel bilden die ersten und zweiten Schalen 204, 205 eine zylinderförmige Aufnahme für den Transformator-kern 201 und Teile der ersten Wicklung 202. Die Zylinderform der durch die ersten und zweiten Schalen 204, 205 gebildeten Aufnahme ist allerdings nicht zwingend. So kann die Aufnahme auch verschiedene andere Formen haben (zum Beispiel kann sie die Form eines Torus haben). Das gilt nicht nur für zweiteilige Isolationsstrukturen, sondern auch für einteilige Isolationsstrukturen oder Isolationsstrukturen mit mehr als zwei Teilen.

[0067] Wie in **Figur 4** zu sehen, sind die ersten und zweiten Schalen 204, 205 weiterhin dazu ausgelegt, dass ein zweiter Draht um die ersten und zweiten Schalen 204, 205 gewickelt werden kann. Damit wird eine zweite Wicklung 203 gebildet. Dazu bilden die ersten und zweiten Schalen 204, 205 im Beispiel der **Figuren 2 bis 4** eine optionale innere Wand 214. Diese innere Wand 214 kann jedoch auch weggelassen werden. Der zweite Draht wird in diesen Beispielen straff zwischen der Oberseite 210 und der Unterseite 211 der Isolationsstruktur gewickelt. Zudem wird der zweite Draht 203 zwischen der Oberseite 210 und der Unterseite 211 durch ein Loch gewickelt, dass durch die innere Wand 214 gebildet wird.

[0068] Die ersten und zweiten Schalen 204, 205, die ersten und zweiten Wicklungen 202, 203 und der Transformator-kern 201 können einen Trenntransformator bilden. Wie in **Figur 4** gezeigt, stellen die Schalen 204, 205 einen vorbestimmten Mindestabstand der ersten Wicklung 202 und der zweiten Wicklung 203 sicher. Dieser Mindestabstand sorgt auch für eine Mindest-Durchschlagfestigkeit der Anordnung (die zudem von den Materialeigenschaften des Materials bestimmt wird, aus dem die ersten und zweiten Schalen 204, 205 gefertigt sind). Somit kann in manchen Beispielen eine Isolations-

schicht der Drähte dünner sein im Vergleich zu Transformatoren, in denen keine vorgeformte Isolationsstruktur mit ersten und zweiten Schalen eingesetzt wird (in manchen Beispielen können sogar Drähte mit einem Isolationsfilm verwendet werden). Als Folge dessen kann der Durchmesser der Drähte verringert und die Flexibilität der Drähte erhöht werden, was das Wickeln der Wicklungen erleichtern kann. Zudem kann der Abstand der ersten und zweiten Wicklungen präzise vorbestimmt werden. Damit kann der gesamte Aufbau kompakt bleiben, da weniger überschüssiges Isolationsmaterial eingebracht wird. Trotz des kompakten und einfachen Aufbaus der Isolationsstruktur können, wie in **Figuren 2 bis 4** zu sehen, die ersten und zweiten Wicklungen im Wesentlichen um den gesamten Transformator Kern gewickelt werden. Durch diese Maßnahme können Streuinduktivitäten reduziert werden.

[0069] Die in den **Figuren 2 bis 4** gezeigte Anordnung weist eine zweiteilige Isolationsstruktur auf. Allerdings ist eine zweiteilige Ausführung nicht zwingend. In anderen Beispielen kann die vorgeformte Isolationsstruktur einteilig sein. So kann die vorgeformte Isolationsstruktur im Wesentlichen zylinderförmig sein und eine Öffnung zum Einschieben des Transformator Kerns mit der ersten Wicklung aufweisen. Diese Öffnung kann in einer Seitenwand der zylinderförmigen Isolationsstruktur angeordnet sein. Alternativ kann die einteilige vorgeformte Isolationsstruktur aus einer einzelnen Schale bestehen. Der mit einer ersten Wicklung straff bewickelte Ringern kann in die einzelne Schale eingelegt werden, so dass zwischen der ersten Wicklung und der Oberkante der Seitenwand der Schale der vorgeformten Isolationsstruktur ein genügender Abstand resultiert. Die zweite Wicklung wird straff um die einteilige Isolationsstruktur gewickelt.

[0070] In anderen Beispielen kann die vorgeformte Isolationsstruktur mehrteilig sein. Beispielsweise kann jede der Schalen aus den **Figuren 2 bis 4** aus zwei oder mehr Teilen zusammengesetzt sein.

[0071] Auch für die Ausgestaltung der einzelnen Teile der vorgeformten Isolationsstruktur kommen verschiedene Varianten in Frage. In dem in den **Figuren 2 bis 4** gezeigten Beispiel umschließen die ersten und zweiten Schalen 204, 205 den Transformator Kern 201 und Teile der ersten Wicklung 202 vollständig von allen Seiten. Die in **Figuren 2 bis 4** gezeigte vorgeformte Isolationsstruktur bildet dabei eine im Wesentlichen zylinderförmige Aufnahme für den Transformator Kern 201 und Teile der ersten Wicklung 202. Die Schalen 204, 205 bilden jeweils eine kreisförmige Ober- bzw. Unterseite 210, 211 der zylinderförmigen Aufnahme und einen eine umlaufende seitliche Wand 209.

[0072] In anderen Beispielen können die ersten und zweiten Schalen 204, 205 lediglich eine Ober- bzw. Unterseite 210, 211 einer zylinderförmigen Aufnahme bilden. Die umlaufende seitliche Wand 209 kann (teilweise oder vollständig) weggelassen werden. In einer solchen Aufnahme wäre in einer den **Figuren 3 und 4** entspre-

chenden Ansicht der Transformator Kern (teilweise) sichtbar. Trotzdem kann durch eine solche Aufnahme sichergestellt werden, dass eine zweite Wicklung von der ersten Wicklung und von dem Transformator Kern zuverlässig beabstandet wird. So kann ein zweiter Draht genügend straff über die Ober- bzw. Unterseite der zylinderförmigen Aufnahme gewickelt werden, so dass es einen vorbestimmten Abstand von den Transformator Kern umgebenden Teilen der ersten Wicklung einhält (die ihrerseits straff um den Transformator Kern gewickelt sein kann), obwohl sich die vorgeformte Isolationsstruktur den Transformator Kern nicht vollständig umschließt. Die eben beschriebene Anordnung ist nicht auf zylinderförmige Aufnahmen beschränkt. Alternativ zum vollständigen Weglassen der seitlichen Wand 209 können ein oder mehrere Stützelemente vorgesehen werden, um die Formstabilität der Isolationsstruktur zu verbessern. Beispielsweise können am Rand der Ober- bzw. Unterseiten 210, 211 Stützstreben angeordnet werden.

[0073] In anderen Beispielen kann die Ober- und/oder die Unterseite 210, 211 einer zylinderförmigen Aufnahme teilweise oder sogar komplett weggelassen werden. In einer solchen Aufnahme wäre in einer den **Figuren 3 und 4** entsprechenden Ansicht ebenfalls der Transformator Kern (teilweise) sichtbar. Wieder kann durch eine solche Aufnahme sichergestellt werden, dass eine zweite Wicklung von der ersten Wicklung und von dem Transformator Kern zuverlässig beabstandet wird. Der zweite Draht kann in einer solchen Isolationsstruktur um die umlaufende seitliche Wand 209, die innere Wand 214 und um die Ober- bzw. Unterseite 210, 211 gewickelt werden. Auch die eben beschriebene Anordnung ist nicht auf zylinderförmige Aufnahmen beschränkt.

[0074] Die in **Figuren 2 bis 4** dargestellten Schalen bilden zwar eine Oberseite 210 und eine Unterseite 211 einer Aufnahme. Diese Oberseite 210 und eine Unterseite 211 sind jedoch von mehreren Löchern 206 durchsetzt (die Löcher werden weiter unten im Detail beschrieben). Somit kann auch um die in den **Figuren 2 bis 4** dargestellten Schalen im Bereich der Löcher 206 die zweite Wicklung so über die Löcher gespannt werden, dass ein vorbestimmter Abstand zur möglicherweise unterhalb der Löcher 206 gewickelten ersten Wicklung 202 eingehalten wird. Alternativ zum vollständigen Weglassen der Ober- und/oder der Unterseite 210, 211 können ein oder mehrere Stützelemente vorgesehen werden, um die Formstabilität der Isolationsstruktur zu verbessern. Beispielsweise können am Rand der Ober- bzw. Unterseiten 210, 211 Stützspeichen angeordnet werden.

[0075] Die in den **Figuren 2 bis 4** gezeigte Isolationsstruktur weist mehrere optionale Steckverbindungen auf, die jeweils einen Zapfen 212 und eine entsprechende Vertiefung 213 umfassen, um einen Zapfen aufzunehmen. Dabei ist jeweils ein Zapfen 212 auf einer der Schalen 204, 205 angeordnet und die zugehörige Vertiefung 213 auf der jeweils anderen Schale 204, 205. Anstatt der Steckverbindung mit Zapfen 212 und Vertiefungen 213 kann auch jedes andere Verbindungselement eingesetzt

werden, die die ersten und zweiten Schalen 204, 205 miteinander verbindet. Zum Beispiel können Strukturen vorgesehen sein, die ineinander einrasten oder ein Scharnier, das die erste und zweite Schale klappbar verbindet. Die Anordnung der Verbindungselemente kann so gewählt werden, dass die zwei oder mehr Teile der Isolationsstruktur nur in einer Weise oder in mehreren gleichwertigen Weisen verbunden werden kann. Im Beispiel der **Figuren 2 bis 4** wird durch die Anordnung von zwei Zapfen/Vertiefungen an zwei gegenüberliegenden Punkten der Schalen 204, 205 und nur einem Zapfen/einer Vertiefung an zwei weiteren Punkten sichergestellt, dass die Schalen 204, 205 nur in zwei Weisen zusammengesetzt werden können. Dadurch kann vermieden werden, dass die Schalen (oder andere mehrteilige Isolationsstrukturen) falsch zusammengesetzt werden und unter Umständen die zweite Wicklung wieder entfernt werden muss, um den Fehler zu beheben.

[0076] Anhand der **Figuren 2 bis 4** wurde auf den vorangehenden Seiten erläutert, wie eine vorgeformte Isolationsstruktur einen Transformatorkern aufnehmen und eine zweite Wicklung von einer ersten Wicklung und dem Transformatorkern beanstanden kann. Anhand von **Figur 5** werden in der Folge weitere optionale Merkmale der in den **Figuren 2 bis 4** gezeigten Schalen 204, 205 erklärt. Diese Merkmale sind jedoch nicht auf zweiteilige Isolationsstrukturen mit Schalen beschränkt. Vielmehr können sie ebenso in anderen Isolationsstrukturen eingesetzt werden.

[0077] Wie in **Figur 5** zu sehen, kann die Isolationsstruktur ein oder mehrere Draht-Halter 208a, 208b aufweisen. Im Beispiel der **Figur 5** sind zwei Draht-Halter 208a, 208b an gegenüberliegenden Seiten der ersten und zweiten Schalen 204, 205 angeordnet. Ein erster Draht-Halter 208a ist dazu ausgelegt, die ersten und zweiten Enden 202a, 202b der ersten Wicklung 202 zu fixieren. Im Beispiel von **Figur 5** können die ersten und zweiten Enden 202a, 202b der ersten Wicklung 202 jeweils in einen Kanal des ersten Draht-Halters 208a geklemmt und so fixiert werden. Die vorgeformte Isolationsstruktur enthält Durchführungen (nicht in **Figur 5** zu sehen), um die ersten und zweiten Enden 202a, 202b der ersten Wicklung 202 vom Inneren der vorgeformten Isolationsstruktur nach außen zu führen.

[0078] In gleicher Weise können die ersten und zweiten Enden 203a, 203b der zweiten Wicklung 203 jeweils in einen Kanal des zweiten Draht-Halters 208b geklemmt und so fixiert werden. Durch die Fixierung der Enden der ersten und zweiten Wicklungen 202, 203 kann verhindert werden, dass diese ihre Position nach dem Wickeln der ersten und zweiten Wicklungen verändern. Insbesondere wenn der zweite Draht über die zusammengesetzten ersten und zweiten Schalen 204, 205 gewickelt wird, kann das den Wickelvorgang vereinfachen. So kann zunächst ein erstes Ende 203a der zweiten Wicklung 203 in dem Draht-Halter 208b fixiert werden. Danach wird der verbleibende Draht der zweiten Wicklung 203 gewickelt und abschließend ein zweites Ende der zweiten Wick-

lung 203 in dem Draht-Halter 208b fixiert. So kann vermieden werden, dass der Draht während des Wickelvorgangs zurückfedert oder seine Position verändert.

[0079] In den in **Figuren 2 bis 5** gezeigten Vorrichtungen bestehen die Draht-Halter 208 aus zwei Teilen, von denen jeweils eines an der ersten beziehungsweise zweiten Schale 204, 205 angebracht ist. In anderen Beispielen können die Draht-Halter auch einteilig sein und/oder lediglich an einem Teil einer Isolationsstruktur angeordnet sein. Außerdem sind die in **Figuren 2 bis 5** gezeigten Draht-Halter 208 jeweils ausgelegt, zwei Enden des jeweiligen Drahts zu fixieren. In anderen Beispielen kann ein Draht-Halter 208 ausgelegt sein, um zwei Enden von mehreren Drähten zu fixieren. In anderen Beispielen können für jedes Ende des Drahtes eigene Draht-Halter vorgesehen sein. Zudem kann jeder Draht nur an einer Stelle oder an mehr als zwei Stellen fixiert werden. Die Stellen, an denen der Draht fixiert ist, müssen auch nicht unbedingt ein Ende des jeweiligen Drahts sein. Zum Beispiel könnten für den zweiten Draht der **Figur 5** vier Draht-Halter vorgesehen sein, die gleichmäßig entlang des Umfangs der Isolationsstruktur angeordnet sind. Zudem können die Draht-Halter 208 alternativ zu einem Klemmkanal (siehe **Figur 5**) auch andere Fixierelemente aufweisen. So kann die Halte-Vorrichtung ein Element aufweisen, das beweglich ist zwischen einem ersten Zustand, in dem der Draht fixiert ist und einem zweiten Zustand, in dem der Draht frei ist.

[0080] Wie eben beschrieben, kann die vorgeformte Isolationsstruktur Draht-Halter zum Fixieren eines oder mehrerer Drähte aufweisen. Darüber hinaus oder alternativ können in die vorgeformte Isolationsstruktur Wicklungshilfen (beispielsweise Aussparungen oder Vorsprünge) eingebracht werden, an denen oder in denen die ersten und/oder zweiten Drähte positioniert werden können (nicht in **Figur 5** gezeigt). In einem Beispiel haben die ersten und zweiten Schalen 204, 205 auf der Ober- beziehungsweise Unterseite 210, 211 mehrerer Nasen, an denen der zweite Draht beim Wickeln positioniert werden kann.

[0081] Anhand der **Figuren 6 bis 8** werden nun weitere optionale Merkmale der vorgeformten Isolationsstruktur sowie die Anordnung der vorgeformten Isolationsstruktur in einem Gehäuse erläutert. Um die Darstellung nicht unnötig zu verkomplizieren, entsprechen die vorgeformte Isolationsstruktur sowie die ersten und zweiten Wicklungen den in den **Figuren 2 bis 5** gezeigten Elementen. Allerdings können die anhand von **Figuren 6 bis 8** beschriebenen optionalen Merkmale auch mit anderen Isolationsstrukturen (beispielsweise einteilige oder mehrteilige Isolationsstrukturen) eingesetzt werden.

[0082] In **Figur 6** ist eine vorgeformte Isolationsstruktur bestehend aus zwei Schalen 204, 205 gezeigt, die der vorgeformten Isolationsstruktur der **Figur 4** entspricht. Die Isolationsstruktur ist mit den ersten und zweiten Wicklungen 202, 203 versehen. Zudem zeigt **Figur 6** ein entsprechendes Gehäuse 301, das dazu ausgelegt ist, die ersten und zweiten Wicklungen 202, 203 und den

Transformatorkern 201 und die vorgeformte Isolationsstruktur aus den ersten und zweiten Schalen 204, 205 aufzunehmen. Dazu bildet das Gehäuse eine ausreichend bemessenen Innenraum. Zudem weist das Gehäuse 301 optionale Halterungen 304 auf, an denen die Enden der ersten und zweiten Wicklungen 202, 203 befestigt werden und die eine Schnittstelle des Transformators an die Außenwelt darstellen. Im Beispiel von **Figur 6** sind die Halterungen 304 auf an einer Außenseite 305 des Gehäuses 301 angebrachten Vorsprüngen 303 angeordnet. Zudem zeigt **Figur 6** ein Beispiel, in dem die Halterungen 304 und Vorsprünge 303 an gegenüberliegenden Stellen an dem Gehäuse 301 angeordnet sind. Die Enden der ersten und zweiten Wicklungen können durch Durchführungen in dem Gehäuse 301 vom Innenraum des Gehäuses 301 nach außen geführt werden und dort fixiert werden. In **Figur 6** werden die blanken (d. h. der Isolationsmantel der Drahtenden wurde entfernt) Drähte um die Halterungen 304 gewickelt. Allerdings sind auch andere Formen der Halterungen 304 möglich.

[0083] Das Gehäuse kann innerhalb einer Schaltung (zum Beispiel auf einer gedruckten Leiterplatte) angeordnet werden. Im Beispiel der **Figur 6** weist das Gehäuse zu diesem Zweck Ösen 302 für Schrauben oder ähnliche Befestigungsmittel auf.

[0084] Sowohl die vorgeformte Isolationsstruktur als auch das Gehäuse 301 können optional weitere Merkmale aufweisen, die die Positionierung und Fixierung der vorgeformten Isolationsstruktur in dem Gehäuse 301 vereinfachen oder ermöglichen. Diese Merkmale werden nun anhand von **Figur 7** detailliert erläutert.

[0085] Wie schon in **Figuren 2 bis 6** zu sehen, können die vorgeformten Isolationsstrukturen ein oder mehrere Vorsprünge 207 aufweisen, die an Außenwänden der vorgeformten Isolationsstruktur angeordnet sind. Im Beispiel von **Figur 7** weisen die ersten und zweiten Schalen 204, 205 jeweils zwei Vorsprünge 207a, 207b auf. Das Gehäuse 301 hat entsprechende Einbuchtungen 307a, 307b. Im Beispiel der **Figur 7** werden die Einbuchtungen 307a, 307b durch vier freistehende Wandelemente 309a-309d gebildet, die sich von der Oberseite des Gehäuses 301 in den Innenraum des Gehäuses 301 erstrecken. Die Einbuchtungen 307a, 307b und die Vorsprünge 207a, 207b sind so angeordnet und bemessen, dass die vorgeformte Isolationsstruktur mit den ersten und zweiten Wicklungen 202, 203 und dem Transformatorkern 201 so in das Gehäuse 301 eingeführt werden können, dass die Vorsprünge 207a, 207b in die Einbuchtungen 307a, 307b eingreifen. Dadurch kann die Position der vorgeformten Isolationsstruktur - und damit auch die der ersten und zweiten Wicklungen und des Transformator-kerns - in der Zeichenebene der **Figur 7** innerhalb des Gehäuses 301 festgelegt werden. Insbesondere können der Abstand der vorgeformten Isolationsstruktur von der umlaufenden seitlichen Wand des Gehäuses 301 und ein Drehwinkel der vorgeformten Isolationsstruktur festgelegt werden. Ersteres kann vorteilhaft sein, weil der Abstand der vorgeformten Isolationsstruktur und somit

auch der ersten und zweiten Wicklungen von der umlaufenden seitlichen Wand des Gehäuses 301 die Durchschlagfestigkeit des Transformators zur Außenwelt mitbestimmt. Mit Hilfe der Vorsprünge 207a, 207b und der Einbuchtungen 307a, 307b ist es möglich, einen im Wesentlichen äquidistanten Abstand der vorgeformten Isolationsstruktur und somit auch der ersten und zweiten Wicklungen von der umlaufenden seitlichen Wand des Gehäuses 301 zu erreichen. Das kann die Bildung von Schwachpunkten, an denen ein dielektrischer Durchbruch auftreten kann, verhindern. Als Folge dessen kann der Transformator kompakter ausgelegt werden, da kein oder weniger zusätzliches Isolationsmaterial zur Verhinderung von dielektrischen Durchschlägen vorgesehen werden muss. Die Einstellung des Drehwinkels der vorgeformten Isolationsstruktur in dem Gehäuse 301 kann den Zusammenbau des Transformators erleichtern. Wie in **Figur 7** gezeigt, kommen die Drahtenden der ersten und zweiten Wicklungen dort zum Liegen, wo sie durch die Wand des Gehäuses 301 zur Außenwelt geführt werden können.

[0086] Die Funktionen der Positionierung der vorgeformten Isolationsstruktur innerhalb des Gehäuses 301 können auch mit anderen Positionierstrukturen als den in **Figur 7** gezeigten Vorsprüngen 207a, 207b und Einbuchtungen 307a, 307b erreicht werden. So ist es zum Beispiel möglich, die inneren Wände 309a-309d des Gehäuses wegzulassen. Der Abstand der vorgeformten Isolationsstruktur von der umlaufenden seitlichen Wand des Gehäuses 301 kann in diesem Beispiel nur durch Vorsprünge der vorgeformten Isolationsstruktur eingestellt werden, die die umlaufende seitliche Wand des Gehäuses 301 direkt kontaktieren können. Alternativ können Einbuchtungen direkt in die umlaufende seitliche Wand des Gehäuses 301 eingebracht werden, die in gleicher Weise wie die Einbuchtungen 307a, 307b fungieren. In dieser Weise ist auch eine Einstellung des Drehwinkels der vorgeformten Isolationsstruktur in dem Gehäuse 301 möglich. Auch die Ausgestaltung der Vorsprünge ist variabel. In der **Figur 7** (und in den vorhergehenden Figuren) sind zwei gegenüberliegende Vorsprünge 207a, 207b vorgesehen. Die Zahl und/oder Position der Vorsprünge kann aber auch unterschiedlich sein. So können in andern Beispielen drei oder mehr Vorsprünge vorhanden sein. In einem Beispiel kann ein Vorsprung, der in eine entsprechende Einbuchtung geklemmt werden kann, zur Positionierung der vorgeformten Isolationsstruktur vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich können auch andere Elemente der vorgeformten Isolationsstruktur zur Positionierung innerhalb des Gehäuses 301 dienen. In einem Beispiel können die Draht-Halter so ausgestaltet sein, dass sie einen Abstand der vorgeformten Isolationsstruktur zur umlaufenden seitlichen Wand des Gehäuses 301 (zumindest teilweise) festlegen.

[0087] Die Vorsprünge 207a, 207b und Einbuchtungen 307a, 307b in **Figur 7** können die Position und den Drehwinkel der vorgeformten Isolationsstruktur in einer ersten Ebene festlegen. Zudem ist in **Figur 7** zu sehen, dass

das Gehäuse 301 eine Vielzahl von Vorsprüngen 308 aufweist. Diese Vorsprünge 308 legen den Abstand der vorgeformten Isolationsstruktur von einer Unterseite des Gehäuses 301 fest (der Begriff "Unterseite" bezieht sich auf die in **Figur 7** gezeigte Anordnung und ist relativ, eine Flächennormale der Unterseite steht senkrecht auf der gerade definierten ersten Ebene). In anderen Beispielen kann die vorgeformte Isolationsstruktur (zum Beispiel die erste und/oder zweite Schale 204, 205) ein oder mehrere Vorsprünge aufweisen, um die vorgeformte Isolationsstruktur von der Unterseite des Gehäuses zu beabstan-

[0088] In **Figur 8** ist eine perspektivische Ansicht der in **Figuren 6 und 7** gezeigten Teile eines Transformators im zusammengesetzten Zustand zu sehen. Die vorgeformte Isolationsstruktur 222 ist - optional mit Hilfe der im Zusammenhang mit **Figur 7** beschriebenen Positionierhilfen - innerhalb des Gehäuses 301 positioniert. Nun kann eine Vergussmasse in das Gehäuse eingefüllt werden, um die Durchschlagsfestigkeit des Transformators zu erhöhen und die Wicklungen sowie den Transformator Kern von der Außenwelt abzukapseln. Um das Einbringen der Vergussmasse zu erleichtern, weist die vorgeformte Isolationsstruktur mehrere Löcher 206 auf. Diese können so angeordnet sein, dass der durch die vorgeformte Isolationsstruktur 222 gebildete Innenraum ohne Bildung von Hohlräumen durch die Löcher 206 gefüllt werden kann. Die Löcher 206 sind ebenfalls in **Figuren 2 bis 7** zu sehen. In diesem Beispiel haben die erste und die zweite Schale 204, 205 jeweils eine Vielzahl von Löchern. In der Folge wird als beispielhafte Isolationssubstanz eine Vergussmasse beschrieben. Allerdings können in Verbindung mit den hierin beschriebenen vorgeformten Isolationsstrukturen auch andere Isolationssubstanzen eingesetzt werden. Beispielsweise kann eine Isolationsflüssigkeit (zum Beispiel ein Isolationsöl) oder ein Isolationsgas eingesetzt werden.

[0089] Die ersten und zweiten Schalen 204, 205 können so bemessen sein, dass weitere Löcher entstehen, wenn die erste und die zweite Schale 204, 205 zusammengesetzt werden. Zum Beispiel ist in **Figur 10** zu sehen, dass längliche Luftspalte 910 gebildet werden, wenn die ersten und die zweiten Schalen 204, 205 zusammengesetzt werden. Durch die länglichen Luftspalte kann ein Fließverhalten der Vergussmasse beim Befüllen der ersten und die zweiten Schale 204, 205 verbessert werden.

[0090] Die in **Figuren 2 bis 8** auf der Oberseite 210 und Unterseite 211 der ersten und zweiten Schalen 204, 205 angeordneten Löcher 206 sind rund. Diese Geometrie ist jedoch nicht zwingend. Auch müssen die Löcher nicht notwendigerweise auf zwei gegenüberliegenden Seiten der vorgeformten Isolationsstruktur angeordnet sein (zum Beispiel auf der Oberseite 210 und Unterseite 211). So könnten die Ober- und Unterseite der vorgeformten Isolationsstruktur lediglich speichenförmig angeordnete Stege umfassen, so dass sich segmentförmige Löcher bilden. In anderen Beispielen können die Lö-

cher rechteckig, sechseckig oder oval sein. Es muss lediglich sichergestellt werden, dass Größe, Form und Position der Löcher so gewählt ist, dass die Vergussmasse durch die Löcher in den Innenraum der vorgeformten Isolationsstruktur dringen kann. In Beispielen wo die Ober- oder Unterseite oder die seitliche Wand der vorgeformten Isolationsstruktur weggelassen wird, kann die so entstehende Öffnung bereits zum Befüllen des Innenraums der vorgeformten Isolationsstruktur mit Vergussmasse ausreichen. Durch das Vorsehen von geeigneten Löchern kann ein zuverlässiges Befüllen des Innenraums der vorgeformten Isolationsstruktur mit Vergussmasse sichergestellt werden. Insbesondere ist es möglich, die Bildung von Blasen in dem Innenraum zu vermeiden, die sonst die elektrische Spannungsfestigkeit im Speziellen und die Isolationseigenschaften des Transformators im Allgemeinen negativ beeinflussen können.

[0091] Anhand von **Figuren 9 und 10** werden nun weitere Details zum Herstellungsprozess der vorgeformten Isolationsstrukturen sowie ihren Materialeigenschaften erklärt. Wiederum ist in **Figuren 9 und 10** die bereits in **Figuren 2 bis 8** gezeigte, aus zwei Schalen bestehende, vorgeformte Isolationsstruktur zu sehen. Allerdings ist das in der Folge gesagte ebenfalls nicht auf diese spezifische Ausführungsform beschränkt. Vielmehr können auch alle anderen hierin besprochenen vorgeformten Isolationsstrukturen mit den vorgestellten Verfahren und mit den besprochenen Materialeigenschaften hergestellt werden.

[0092] In einem Beispiel werden die vorgeformten Isolationsstrukturen mittels eines Spritzgussverfahrens hergestellt. Damit können die vorgeformten Isolationsstrukturen besonders kostengünstig hergestellt werden. Wie in **Figuren 9 und 10** zu sehen, kann die vorgeformte Isolationsvorrichtung lediglich aus zwei Teilen bestehen. Ein oder mehrere Positionierstrukturen zum Positionieren der vorgeformten Isolationsstruktur innerhalb eines Gehäuses, Draht-Halter und Steckverbindungen zum Verbinden verschiedener Teile der vorgeformten Isolationsstruktur können integral mit den Teilen zum Beabstanden der ersten und zweiten Wicklungen hergestellt werden. So kann die Isolationsstruktur der **Figuren 9 und 10** ein erstes Spritzgussteil 901 und ein zweites Spritzgussteil 902 umfassen. Jedes der ersten und zweiten Spritzgussteile 901, 902 weist dabei integrale Positionierstrukturen 907 (auch als Vorsprünge bezeichnet), Draht-Halter 908 und Steckverbindungen 909 auf. Dabei können nicht nur die speziellen in **Figur 9** gezeigten Elemente, sondern auch die in Bezug auf die **Figuren 2 bis 8** aufgeführten Varianten integral mit den Teilen zum Beabstanden der ersten und zweiten Wicklungen hergestellt werden. Gleiches gilt für vorgeformte Isolationsstrukturen, die ein oder mehr als zwei Teile umfassen. Beispielsweise können die Positionierstrukturen 907 zum Positionieren der vorgeformten Isolationsstruktur innerhalb eines Gehäuses, die Draht-Halter und die Steckverbindungen zum Verbinden verschiedener Teile der Isolationsstruktur integral mit nur einem von mehreren

Teilen der vorgeformten Isolationsstruktur gefertigt sein.

[0093] Wie weiter in **Figur 9** zu sehen, besteht die Isolationsstruktur aus zwei identisch geformten Teilen (zum Beispiel zwei identisch geformten Schalen). In anderen Beispielen umfasst die Isolationsstruktur zwei identisch geformte Teile (zum Beispiel zwei Schalen). In dieser Weise können die Produktionskosten der vorgeformten Isolationsstruktur weiter gesenkt werden, da die Anzahl der benötigten Spritzgussformen reduziert wird (oder die Anzahl der Formen für andere abformende Verfahren).

[0094] Das obenstehend in Bezug auf Spritzgussverfahren Ausgeführte gilt ebenso für andere abformende Herstellungsverfahren. Die in **Figuren 2 bis 10** beschriebenen Teile können auch mit solchen alternativen abformenden Herstellungsverfahren hergestellt werden.

[0095] Die hierin beschriebenen Gehäuse für die Transformatoren können mit demselben Herstellungsverfahren hergestellt werden wie die vorgeformten Isolationsstrukturen. Zum Beispiel können das Gehäuse und alle Teile einer ein- oder mehrteiligen vorgeformten Isolationsstruktur mittels eines Spritzgussverfahrens hergestellt werden. Zusätzlich oder alternativ können das Gehäuse und die Teile der vorgeformten Isolationsstruktur aus dem gleichen Material hergestellt werden wie das Gehäuse. So können die Produktionskosten für einen diese Teile enthaltenden Transformator weiter gesenkt werden. In anderen Beispielen können ein oder mehrere Teile der vorgeformten Isolationsstruktur mit dem Gehäuse verbunden sein. Dann können diese ein oder mehr Teile gleichzeitig mit dem Gehäuse (zum Beispiel als ein Spritzgussteil) hergestellt werden. In einem Beispiel besteht die vorgeformte Isolationsstruktur aus zwei Schalen und eine der Schalen ist mit dem Gehäuse verbunden und mit dem Gehäuse als ein Spritzgussteil gefertigt. Die zweite Schale kann ein weiteres Spritzgussteil sein oder ebenfalls mit dem Gehäuse verbunden sein.

[0096] In einem Beispiel umfassen die Teile der vorgeformten Isolationsstruktur (beispielsweise die Schalen aus **Figuren 2 bis 10**) einen Thermoplast (bestehen aus einem Thermoplast). Die Teile der vorgeformten Isolationsstruktur können aber auch einen Duroplast umfassen (aus einem Duroplast bestehen). Wie bereits erwähnt, können die Gehäuse, in denen die vorgeformten Isolationsstrukturen eingebettet sind, aus denselben Materialien bestehen wie die vorgeformten Isolationsstrukturen.

[0097] In allen hierin beschriebenen Beispielen können die vorgeformten Isolationsstrukturen ein Material umfassen (aus einem Material bestehen), das eine Dielektrizitätskonstante von 1 bis 10 bei 0 bis 10 MHz aufweist.

[0098] In Zusammenhang mit den **Figuren 2 bis 8** wurden Vorrichtungen diskutiert, die eine erste und eine zweite Wicklung aufweisen, wobei die erste und die zweite Wicklung einen ringförmigen Transformator im Wesentlichen vollständig umgeben (sich um mehr als 300° deg um den Transformator erstrecken). Die hierin beschriebenen vorgeformten Isolationsstrukturen

und Gehäuse sind jedoch nicht auf diese Zahl und Anordnung der Wicklungen und diesen Transformator beschränkt.

[0099] So kann in anderen Beispielen der Transformator einen rechteckigen oder ovalen Querschnitt haben. Auch kann sich der Transformator nicht ringförmig, sondern auch in anderen Geometrien (zum Beispiel rechteckig oder oval) erstrecken (bezogen auf eine Ebene, in der oder parallel zu der die magnetischen Feldlinien im Transformator im Betrieb verlaufen). Auch ist die in **Figuren 2 bis 8** gezeigte geschlossene Form des Transformator nicht zwingend. Auch eine zwei- oder mehrteilige Transformator-Struktur ist mit entsprechend geformter Isolationsstruktur umsetzbar. Entsprechend der Geometrie des Transformator kann auch die Geometrie der Aufnahme, die durch die vorgeformte Isolationsstruktur gebildet wird, variieren. In Bezug auf die **Figuren 2 bis 10** definiert die vorgeformte Isolationsstruktur eine geschlossene, zylinderförmige Fläche mit einem Durchgang zum Wickeln der zweiten Wicklung. Allerdings kann die vorgeformte Isolationsstruktur auch andere geschlossene Flächen definieren. In anderen Beispielen definiert die vorgeformte Isolationsstruktur einen ringförmigen Torus. Wie bereits weiter oben diskutiert kann das Innere der vorgeformten Isolationsstruktur auch zu einen oder mehreren Seiten hin offen sein.

[0100] In anderen Beispielen enthält der Transformator eine dritte oder eine dritte und weitere Wicklungen. **Figuren 11a und 11b** zeigen Möglichkeiten, wie eine weitere Wicklung in den in Bezug auf **Figuren 2 bis 10** vorgestellten Vorrichtungen angeordnet werden kann. In einem Beispiel können, wie in **Figur 11a** gezeigt, mehrere Wicklungen 1103a, 1103b entlang des Umfangs eines Transformator 1101 gewickelt sein. Dabei können die in **Figuren 11a und 11b** gezeigten Wicklungen sowohl direkt auf den Transformator, als auch auf die vorgeformten Isolationsstrukturen der **Figuren 2 bis 10** gewickelt werden.

[0101] Im Beispiel von **Figur 11a** sind zwei Wicklungen jeweils nur auf einem Segment des Transformator 1101 gewickelt (zum Beispiel so, dass jede Wicklung sich weniger als 175° deg entlang des Transformator erstreckt). In **Figuren 12a und 12b** ist ein weiteres Beispiel für eine solche Anordnung mit drei Wicklungen gezeigt. In einer solchen Anordnung kann die Durchschlagfestigkeit zwischen einer ersten Wicklung, die direkt auf dem Transformator gewickelt ist und den weiteren (zum Beispiel zwei weiteren) Wicklungen, die um eine vorgeformte Isolationsstruktur gewickelt sind weiterhin von der vorgeformten Isolationsstruktur (mit-)bestimmt werden. Die um die vorbestimmte Isolationsstruktur gewickelten Wicklungen dagegen können durch ihren Abstand entlang des Transformator voneinander isoliert sein.

[0102] In **Figur 11b** ist eine weitere Anordnung von zwei Wicklungen 1103a, 1103b gezeigt. In diesem Beispiel sind die beiden Wicklungen ineinander verflochten

um den gesamten Transformatorkern 1101 herum angeordnet (sie erstrecken sich um mehr als 300° deg um den Transformatorkern). Diese Anordnung von Windungen kann eine Streuinduktivität verringern. In gleicher Weise können eine dritte Wicklung oder auch weitere Wicklungen ineinander verflochten um den gesamten Transformatorkern 1101 herum angeordnet werden.

[0103] Die **Figuren 12a und 12b** zeigen ein weiteres Beispiel für eine vorgeformte Isolationsstruktur und deren Anordnung mit mehreren Wicklungen in einem Transformator. Wie auch in **Figuren 2 bis 10** ist in **Figuren 12a und 12b** eine aus zwei Schalen bestehende vorgeformte Isolationsstruktur zu sehen. **Figur 12a** stellt eine schematische Draufsicht einer ersten Schale 1204 der vorgeformten Isolationsstruktur dar, die mehrere Löcher aufweist. Der Einfachheit halber sind in **Figuren 12a und 12b** optionale zusätzliche Strukturen (Draht-Halter, Verbindungsstrukturen und/oder Positionierstrukturen) weggelassen. Allerdings kann jede der weiter oben beschriebenen derartigen Strukturen mit den Schalen kombiniert werden. Zusätzlich weisen die oberen und unteren Schalen 1204, 1205 eine Wicklungshilfe 1210 auf, mit deren Hilfe mehrere Wicklungen entlang des Umfangs der Schalen 1204, 1205 positioniert werden können. In **Figur 12a** diese Wicklungshilfe 1210 als zwei sich kreuzende Streben ausgeführt. Damit werden entlang des Umfangs der ersten und zweiten Schalen 1204, 1205 vier Segmente definiert.

[0104] In **Figur 12b** ist anhand eines teilweisen Schnittbildes (nur die obere Schale ist weggeschnitten, die Wicklungen und der Transformatorkern ist in einer Draufsicht dargestellt) zu sehen, wie verschiedene Wicklungen um zwei der in **Figur 12a** gezeigten Schalen herum angeordnet sind. In diesem Beispiel sind zwei Wicklungen 1202a, 1202b in ähnlicher Weise wie in **Figur 11b** gezeigt direkt um den Transformatorkern 1201 gewickelt. Der Transformatorkern mit den zwei Wicklungen 1202a, 1202b ist von den ersten und zweiten Schalen 1204, 1205 (die erste Schale ist in **Figur 12b** nicht zu sehen) umschlossen. Um die vorgeformte Isolationsstruktur, die durch die ersten und zweiten Schalen 1204, 1205 gebildet wird, sind drei weitere Wicklungen 1203a - 1203c gewickelt. Diese Wicklungen sind wiederum ähnlich wie in **Figur 11a** angeordnet. Jede Wicklung 1203a - 1203c erstreckt sich in einem Segment der vorgeformten Isolationsstruktur, das weniger als 90° deg des Umfangs der vorgeformten Isolationsstruktur ausmacht. Die Wicklungshilfe 1210 limitiert jede der Wicklungen 1203a - 1203c auf ein vorbestimmtes Segment. Obwohl in **Figur 12b** drei Wicklungen 1203a - 1203c gezeigt sind, kann die Wicklungshilfe auch für zwei oder mehr als drei Wicklungen verwendet werden. In dem Transformator der **Fig. 12b** können die zwei 1202a, 1202b Wicklungen, die direkt auf den Transformatorkern 1201 gewickelt sind, Wicklungen des Transformators sein und die drei Wicklungen 1203a - 1203c Sekundärwicklungen des Transformators. Das segmentierte Bewickeln der drei Wicklungen 1203a-1203c kann dazu genutzt werden, dass die

drei Wicklungen untereinander eine hohe Spannungsfestigkeit aufweisen - zusätzlich zur hohen Spannungsfestigkeit jeder dieser Wicklung gegen die direkt auf dem Transformatorkern bewickelten Wicklungen 1202a, 1202b. In gleicher Weise können in den im Zusammenhang mit **Figuren 2 bis 11** gezeigten Beispielen die ein oder mehr direkt auf den Transformatorkern gewickelten Wicklungen Primärwicklungen des Transformators sein und die ein oder mehr auf die vorgeformte Isolationsstruktur gewickelten Wicklungen Sekundärwicklungen des Transformators sein. In anderen Beispielen können die ein oder mehr direkt auf den Transformatorkern gewickelten Wicklungen Sekundärwicklungen des Transformators sein und die ein oder mehr auf die vorgeformte Isolationsstruktur gewickelten Wicklungen Primärwicklungen des Transformators. Zudem können die drei Wicklungen Windungen 1203a - 1203c verschiedene Spannungspegel bereitstellen. Das gilt nicht nur für das Beispiel der **Figuren 12a und 12b**, sondern im Allgemeinen für hierin besprochene Transformatoren mit drei oder mehr Wicklungen.

[0105] Im Zusammenhang mit den **Figuren 2 bis 12** wurden mehrere vorgeformte Isolationsstrukturen beschrieben, in denen zwei Schalen einen Transformatorkern umschließen. In diesen Beispielen bildet die erste Schale eine Oberseite der vorgeformten Isolationsstruktur und die zweite Schale eine Unterseite. Die "Oberseite" und die "Unterseite" werden hierin durch eine Ebene getrennt, in der oder parallel zu der der magnetische Fluss durch den Transformatorkern bei Betrieb des Transformatorkerns verläuft. Im Beispiel eines ringförmigen Transformatorkerns schneidet diese Ebene den Transformatorkern so, dass zwei Teile mit ringförmigen Schnittflächen entstehen (siehe zum Beispiel **Figuren 11a und 11b**, wo die Ebene in der Zeichenebene liegt).

[0106] In einem anderen Beispiel umschließen zwei Teile einer vorgeformten Isolationsstruktur einen rechten und linken Teil des Transformatorkerns. Die "rechte Seite" und die "linke Seite" werden hierin durch eine zweite Ebene getrennt, senkrecht zu der der magnetische Fluss durch den Transformatorkern bei Betrieb des Transformatorkerns verläuft (diese Ebene steht also senkrecht zu der im letzten Paragraph definierten Ebene). Im Beispiel eines ringförmigen Transformatorkerns schneidet diese zweite Ebene den Transformatorkern so, dass zwei Teile mit zwei kreisförmigen Schnittflächen entstehen (oder einer Schnittfläche mit ovalem Querschnitt oder Querschnitt in Form einer Acht).

[0107] Die **Figuren 13a und 13b** zeigen ein weiteres Beispiel für eine vorgeformte Isolationsstruktur und deren Anordnung mit mehreren Wicklungen in einem Transformator. Die in **Figuren 13a und 13b** gezeigte vorgeformte Isolationsstruktur ist dreiteilig: Ein mit einer oder mehreren ersten Wicklungen bewickelter Transformatorkern (beispielsweise wie in **Figuren 11a und 11b** gezeigt) wird von den zwei Halbschalen 1304a, 1304b umschlossen. Ein röhrenförmiges Mitteteil 1314 wird in ein Durchgangsloch der Halbschalen 1304a, 1304b und

des Transformatorkerns gesteckt. Der Transformatorkern und die Wicklungen sind damit vollkommen umschlossen von der vorgeformten Isolationsstruktur. Weitere zweite Wicklungen können jetzt durch das Isolationsrohr hindurch um die Halbschalen herum bewickelt werden. Diese weitere zweite Wicklungen werden entsprechend durch die dreiteilige Isolationsstruktur von den inneren ersten Wicklungen beabstandet.

[0108] In **Figur 13a** stellt eine schematische Draufsicht der zwei gleich großen Schalen 1304a, 1304b dar, die dazu ausgelegt sind, jeweils eine rechte und eine linke Seite eines Transformatorkerns (nicht in **Figur 13b** gezeigt) zu umschließen. Optional kann diese vorgeformte Isolationsstruktur dieses Beispiels ein röhrenförmiges Mitteteil 1314 umfassen. Das Zusammensetzen des Transformators umfasst in diesem Beispiel zunächst das Einbringen des Transformatorkerns mit einer ersten Wicklung in eine der Schalen 1304a, 1304b. Dann wird die zweite Schale 1304a, 1304b mit der ersten Schale 1304a, 1304b verbunden, um den Transformatorkern zu umschließen. Das röhrenförmige Mitteteil 1314 kann vor oder nach dem Verbinden der Schalen 1304a, 1304b durchgeführt werden. Im Anschluss kann eine zweite Wicklung auf die vorgeformte Isolationsstruktur gewickelt werden.

[0109] **Figur 13b** zeigt eine schematische Seitenansicht einer der beiden Halbschalen 1304a. Die Halbschale 1304a weist mehrere Löcher 106 auf, durch die eine Vergussmasse (oder andere Isolationssubstanz) ins Innere einer durch die erste Halbschale 1304a und die zweite Halbschale 1304b gebildeten Aufnahme gelangen kann. Die Halbschalen 1304a, 1304b können auch weitere hierin beschriebene Merkmale aufweisen, wie zum Beispiel Positionierstrukturen oder Draht-Halter und Durchführungen für Drähte.

[0110] In vielen der bisher beschriebenen mehrteiligen vorgeformten Isolationsstrukturen umschließen die Teile den Transformatorkern symmetrisch. In anderen Worten umschließt jedes Teil der vorgeformten Isolationsstruktur einen gleich großen Anteil des Transformatorkerns. Diese Anordnung ist jedoch nicht zwingend. In anderen Beispielen kann eine von zwei (oder mehr) Teilen einer zwei oder mehrteiligen vorgeformten Isolationsstruktur einen kleineren Anteil des Transformatorkerns umschließen als die anderen. So kann zum Beispiel in der in **Figur 3** skizzierten Anordnung die untere Schale 205 die gesamte Seitenwand umfassen. Die obere Schale 204 ist dann ein Deckel, der auf die untere Schale 205 gelegt oder gesteckt werden kann.

[0111] In **Figur 14** ist eine weitere zweiteilige vorgeformte Isolationsstruktur gezeigt. Ein erster Teil 1404 dieser vorgeformten Isolationsstruktur bedeckt die Oberseite (die Definition des Begriffs "Oberseite" findet sich weiter oben), einen ersten Teil der äußeren Seitenfläche und einen Teil der Unterseite (die Definition des Begriffs "Unterseite" findet sich weiter oben) einer zylindrischen Aufnahme. Ein zweiter Teil 1405 dieser vorgeformten Isolationsstruktur bedeckt den verbleibenden Teil der äußeren

Seitenfläche und den verbleibenden Teil der Unterseite. Zusammengesetzt umschließen beide Teile 1204, 1205 also die gesamte Oberfläche der zylindrischen Aufnahme (mit Ausnahme einer mittigen Aussparung). Im Gegensatz zu den beispielsweise im Zusammenhang mit **Figur 2** gezeigten Schalen sind die in **Figur 14** gezeigten Teile nicht symmetrisch (das heißt, sie bedecken unterschiedlich große Teile der Oberfläche der zylinderförmigen Aufnahme).

[0112] In **Figur 2** ist eine vorgeformte Isolationsstruktur gezeigt, die einen Innenraum zur Aufnahme eines Transformatorkerns und einen Teil einer ersten Wicklung und einen Außenraum, in dem die zweite Wicklung gewickelt ist, definiert. Die hierin beschriebenen Transformatorstrukturen sind jedoch nicht auf hierauf beschränkt. So kann in einem Beispiel eine zweite vorgeformte Isolationsstruktur eine erste vorgeformte Isolationsstruktur umschließen. Die erste Isolationsstruktur umschließt in diesem Beispiel einen Transformatorkern mit ein oder mehreren ersten Wicklungen. Ein oder mehrere zweite Wicklungen sind um die erste Isolationsstruktur gewickelt. Die ein oder mehr um die erste Isolationsstruktur gewickelten zweiten Wicklungen sind wiederum von der zweiten vorgeformten Isolationsstruktur umschlossen. Um diese sind ein oder mehr dritte Wicklungen gewickelt. Die beiden vorgeformten Isolationsstrukturen sind also wie die Schalen einer Zwiebel angeordnet. In dieser Anordnung mit zwei vorgeformten Isolationsstrukturen können die oben beschriebenen zwei oder mehrteiligen vorgeformten Isolationsstrukturen verwendet werden.

[0113] In einem anderen Beispiel kann zunächst der Transformatorkern von einer vorgeformten Isolationsstruktur umschlossen sein. Auf diese erste vorgeformte Isolationsstruktur können ein oder mehrere erste Wicklungen gewickelt sein. Der Kern mit der ersten Isolationsstruktur und den ein oder mehreren ersten Windungen kann wiederum von einer zweiten Isolationsstruktur umschlossen sein, auf die ein oder mehrere zweite Wicklungen gewickelt sind.

[0114] In Bezug auf die **Figuren 2 bis 14** wurden bereits einige beispielhafte Verfahrensschritte zum Herstellen eines Transformators unter Verwendung einer vorgeformten Isolationsstruktur beschrieben. Ein weiteres beispielhaftes Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Bereitstellen eines Transformatorkerns, wickeln eines ersten Drahts um einen Transformatorkern, um eine erste Wicklung zu bilden, anordnen einer vorgeformten Isolationsstruktur, so dass die vorgeformten Isolationsstruktur zumindest einen Teil der ersten Wicklung und des Transformatorkerns umschließt und wickeln eines zweiten Drahts um die vorgeformte Isolationsstruktur, um eine zweite Wicklung zu bilden. Dann kann die Anordnung aus Wicklungen, Transformatorkern und vorgeformter Isolationsstruktur in ein Gehäuse eingebracht werden. Das Gehäuse kann mit einer Vergussmasse ausgegossen werden. Beispielsweise kann das Ausgießen des Gehäuses mit einem Druckgussverfahren durchgeführt werden. Auch kann das Ausgießen des Gehäuses unter

Unterdruck (bei einem Restdruck von 500 mbar oder weniger) durchgeführt werden. Dadurch kann die Bildung von Luft-/ oder Gasblasen in dem Vergussmasse unterdrückt werden.

[0115] Falls die vorgeformte Isolationsstruktur Draht-Halter umfasst, kann zu Beginn und nach Ende des Schrittes des Wickelns der ersten und/oder zweiten Wicklung der erste beziehungsweise zweite Draht an einer Stelle in einem der Draht-Halter fixiert werden. Damit kann der Wickelprozess (ob von Hand oder maschinell) vereinfacht werden, da Rückstellbewegungen der Drähte verringert werden können.

[0116] Die obige Beschreibung der dargestellten Beispiele der vorliegenden Erfindung, ist nicht erschöpfend oder beschränkt auf die Beispiele gemeint. Während spezifische Ausführungsformen und Beispiele für die Erfindung hierin zu Veranschaulichungszwecken beschrieben sind, sind verschiedene Modifikationen möglich, ohne von der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Die spezifischen Beispiele für Spannung, Strom, Frequenz, Leistung, Bereichswerte, Zeiten etc., sind nur illustrativ, so dass die vorliegende Erfindung auch mit anderen Werten für diese Größen umgesetzt werden kann.

[0117] Diese Modifikationen können an Beispielen der Erfindung im Lichte der obigen detaillierten Beschreibung durchgeführt werden. Die Begriffe, die in den folgenden Ansprüchen verwendet werden, sollten nicht so ausgelegt werden, als dass die Erfindung auf die spezifischen Ausführungsformen, die in der Beschreibung und den Ansprüchen offenbart sind, beschränkt ist. Die vorliegende Beschreibung und die Figuren sind als veranschaulichend und nicht als einschränkend anzusehen.

Patentansprüche

1. Vorgeformte Isolationsstruktur,
wobei die vorgeformte Isolationsstruktur dazu ausgelegt ist, zwischen einer ersten und einer zweiten Wicklung eines Transformators angeordnet zu sein, wenn die ersten und zweiten Wicklungen um einen Transformator Kern des Transformators gewickelt sind, und wobei die vorgeformte Isolationsstruktur dazu ausgelegt ist, die zweite Wicklung von der ersten Wicklung und von dem Transformator Kern zu beabstanden.
2. Transformator, umfassend,
einen Transformator Kern;
einen ersten Draht, der eine erste Wicklung bildet;
einen zweiten Draht, der eine zweite Wicklung bildet, wobei die ersten und zweiten Wicklungen um den Transformator Kern gewickelt sind;
wobei der Transformator weiter umfasst:

eine vorgeformte Isolationsstruktur gemäß Anspruch 1.

3. Transformator gemäß Anspruch 2, wobei die zweite Wicklung um die vorgeformte Isolationsstruktur gewickelt ist.
4. Transformator gemäß Anspruch 2 oder 3, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur einteilig oder mehrteilig ist.
5. Transformator gemäß Anspruch 4, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur eine erste und eine zweite Schale umfasst, die dazu ausgelegt sind, den Transformator Kern mit der ersten Wicklung zumindest teilweise zu umschließen.
6. Transformator gemäß Anspruch 5, wobei die erste und zweite Schale identisch geformt sind.
7. Transformator gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur ein oder mehr Löcher aufweist.
8. Transformator gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Transformator weiter ein Gehäuse umfasst, das dazu ausgelegt ist, den Transformator Kern, die ersten und zweiten Wicklungen und die vorgeformte Isolationsstruktur aufzunehmen.
9. Transformator gemäß Anspruch 8, weiter umfassend eine Isolationssubstanz innerhalb des Gehäuses, die den Transformator Kern und die ersten und zweiten Wicklungen umschließt, wobei die Isolationssubstanz ausgewählt ist aus einer Vergussmasse, einem Öl oder einem Gas.
10. Transformator gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9 und Anspruch 7, wobei die ein oder mehr Löcher in der vorgeformten Isolationsstruktur so angeordnet sind, dass ein Innenraum des Gehäuses ohne Bildung von Hohlräumen mit der Isolationssubstanz gefüllt werden kann, wenn der Transformator Kern, die ersten und zweiten Wicklungen und die ersten und zweiten Schalen in dem Gehäuse angeordnet sind.
11. Transformator gemäß einem der vorangehenden Ansprüche wobei die erste und/oder die zweite Wicklung sich über mindestens 300° deg entlang des Transformator Kerns erstreckt.
12. Transformator gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur mit einem Spritzgussverfahren hergestellt ist.
13. Transformator gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur weiter umfasst:

einen oder mehrere Draht-Halter, in dem der erste, der zweite Draht oder beide fixiert werden können; und/oder eine oder mehrere Positionierstrukturen umfasst, die dazu ausgelegt sind, die vorgeformte Isolationsstruktur innerhalb des Gehäuses in ein oder mehreren Richtungen zu positionieren. 5

14. Verfahren zur Herstellung eines Transformators, umfassend: 10

bereitstellen eines Transformatorkerns;
wickeln eines ersten Drahts um einen Transformatorkern, um eine erste Wicklung zu bilden,
anordnen einer vorgeformten Isolationsstruktur, 15
so dass die vorgeformten Isolationsstruktur zumindest einen Teil der ersten Wicklung und des Transformatorkerns umschließt,
wickeln eines zweiten Drahts um die vorgeformte Isolationsstruktur, um eine zweite Wicklung 20
zu bilden.

15. Verfahren gemäß Anspruch 14, weiter umfassend:

anordnen des Transformatorkerns mit den ersten und zweiten Wicklungen und der vorgeformten Isolationsstruktur in einem Gehäuse; und
ausgießen des Gehäuses mit einer Isolations-
substanz, wobei die vorgeformte Isolations-
struktur ein oder mehr Löcher umfasst, so dass 30
die Isolationssubstanz ohne Bildung von Hohlräumen das Gehäuse füllen kann,
wobei der Schritt des Ausgießens des Gehäuses unter Unterdruck durchgeführt wird. 35

40

45

50

55

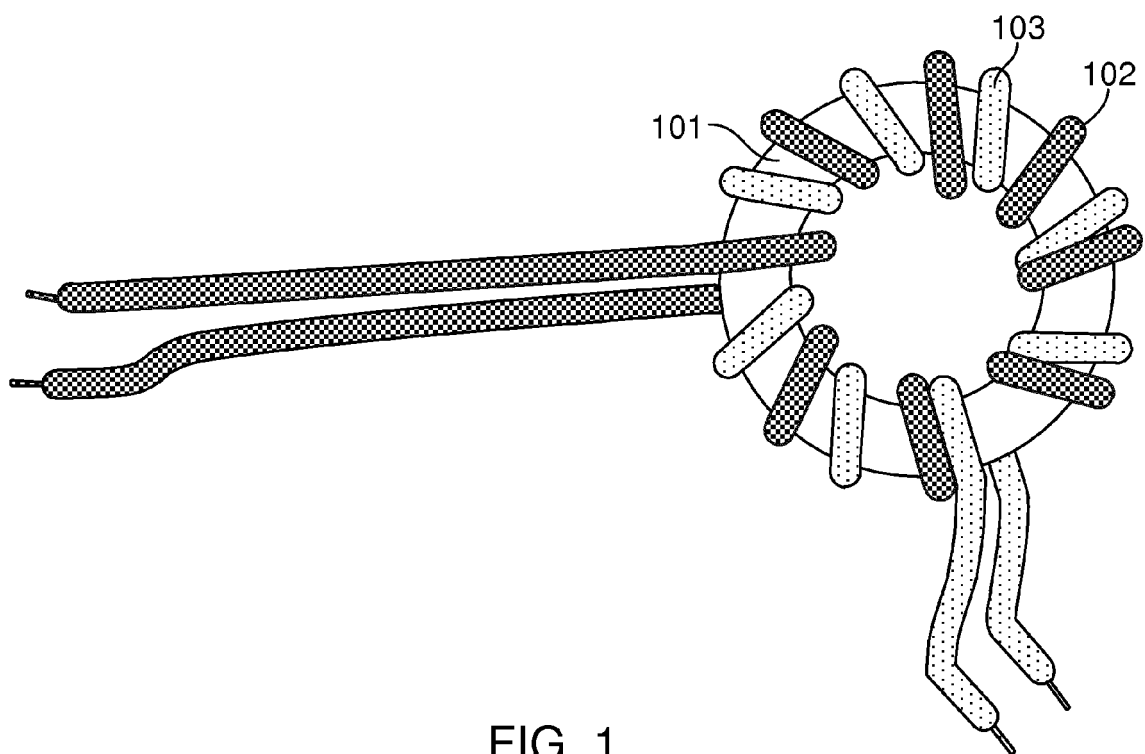


FIG. 1

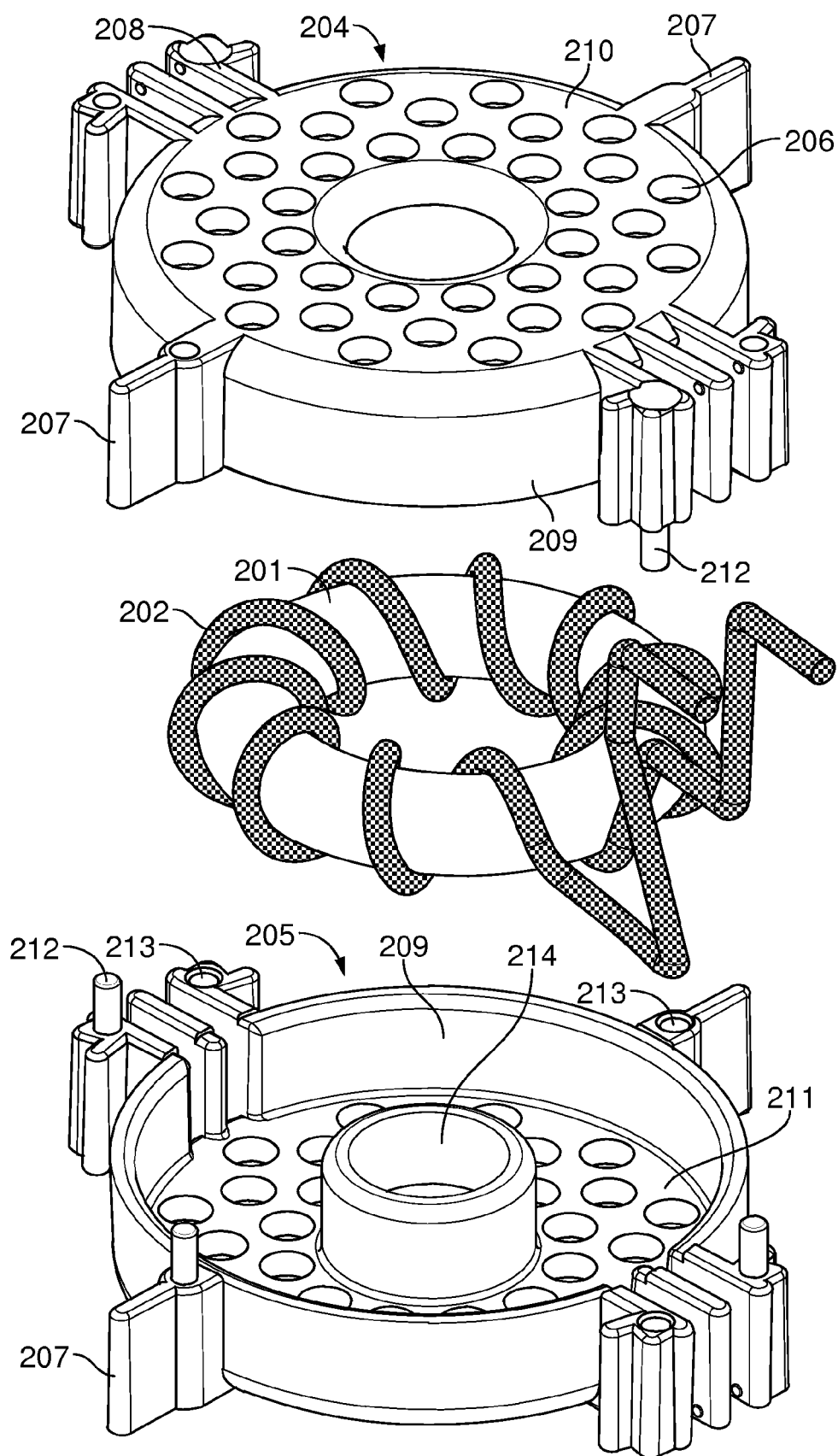


FIG. 2

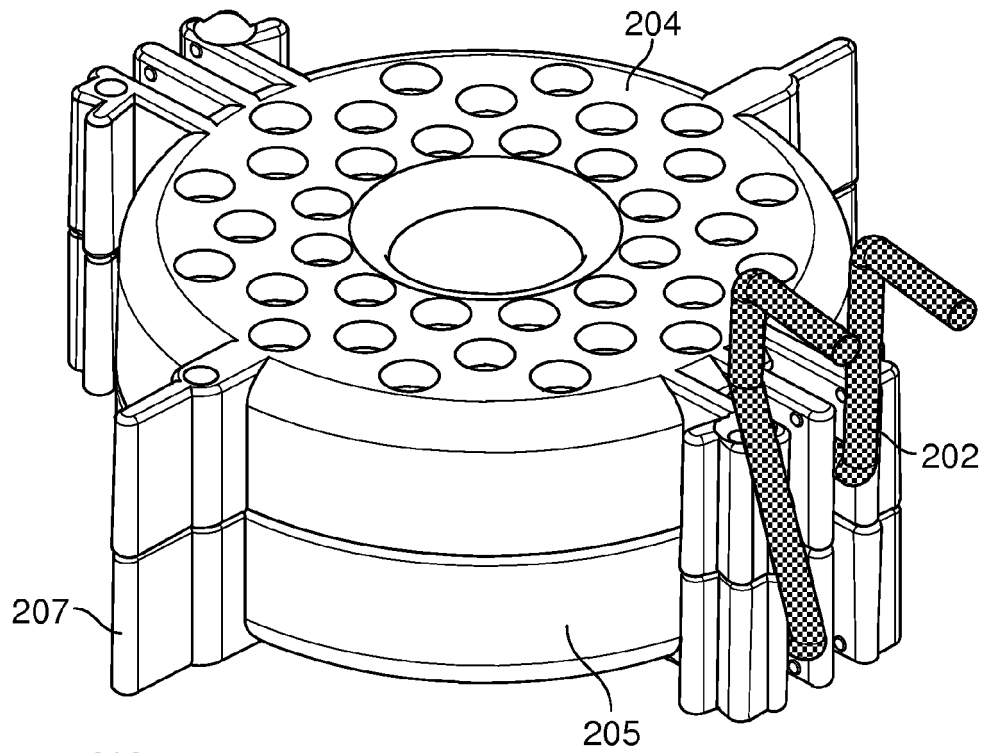


FIG. 3

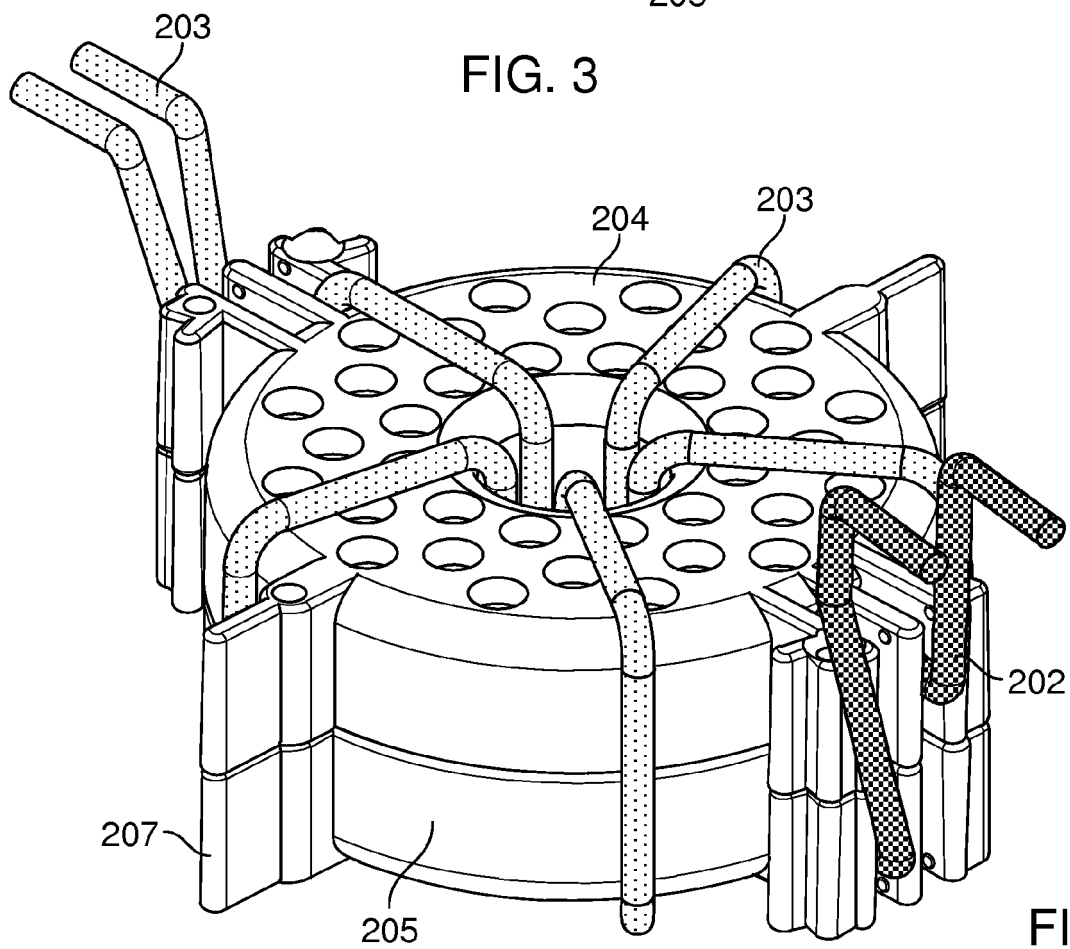


FIG. 4

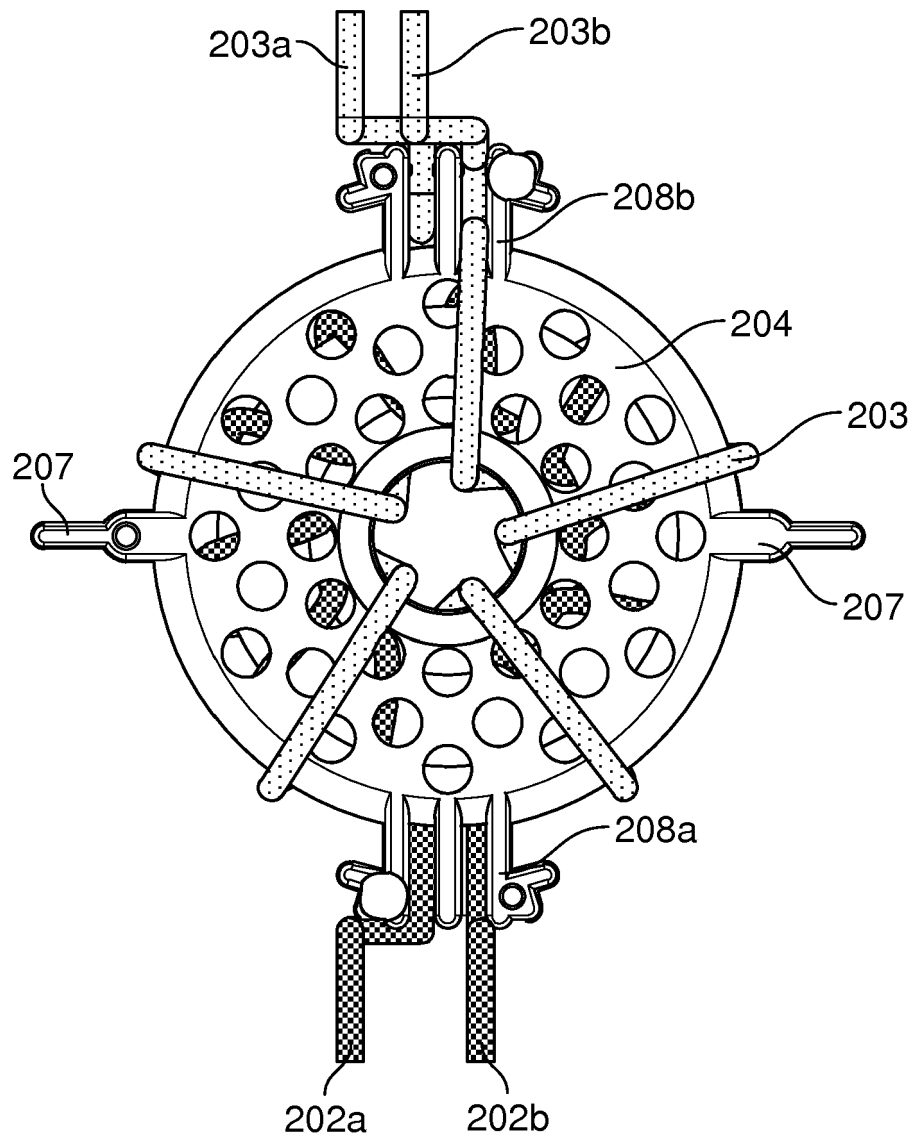
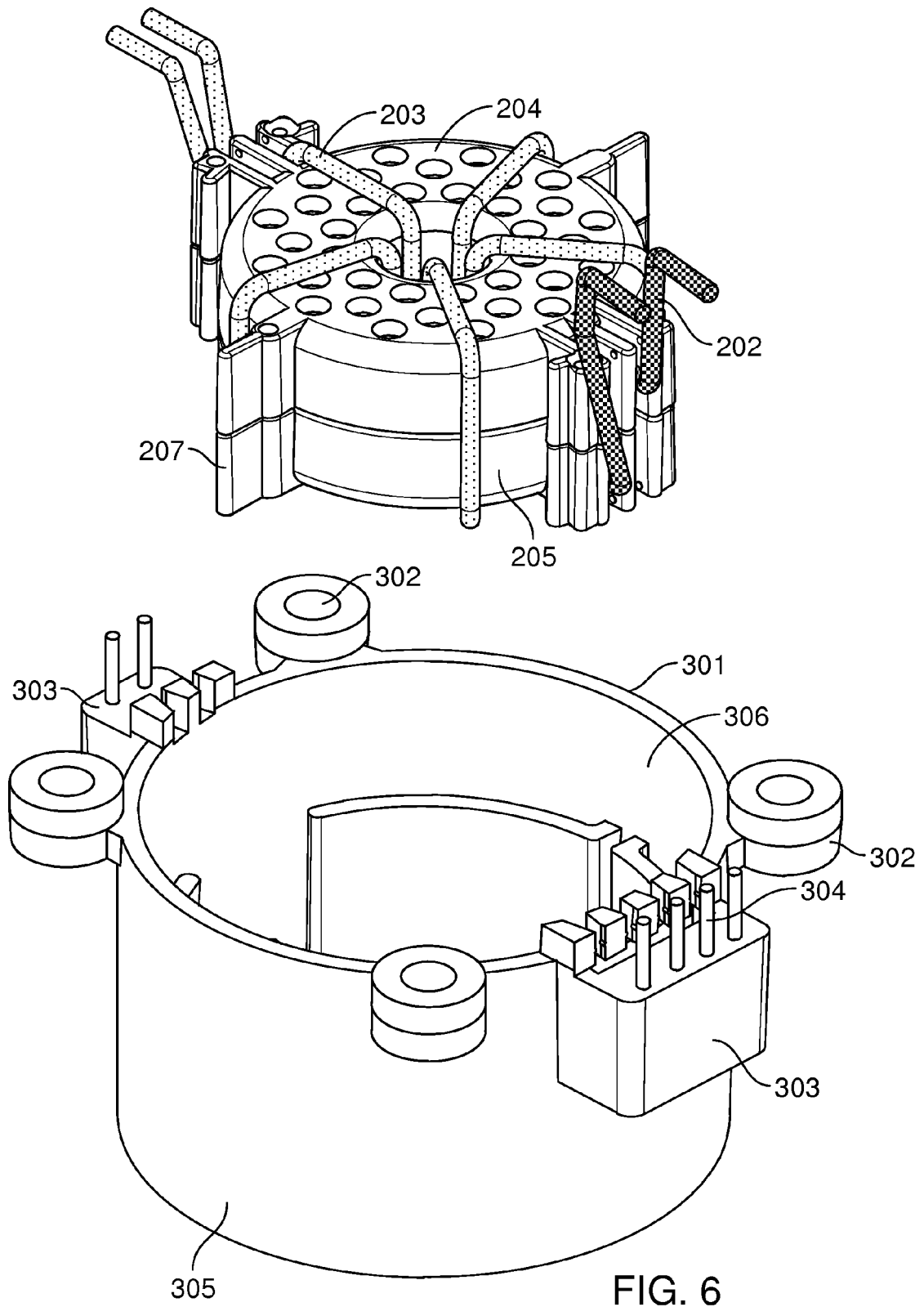
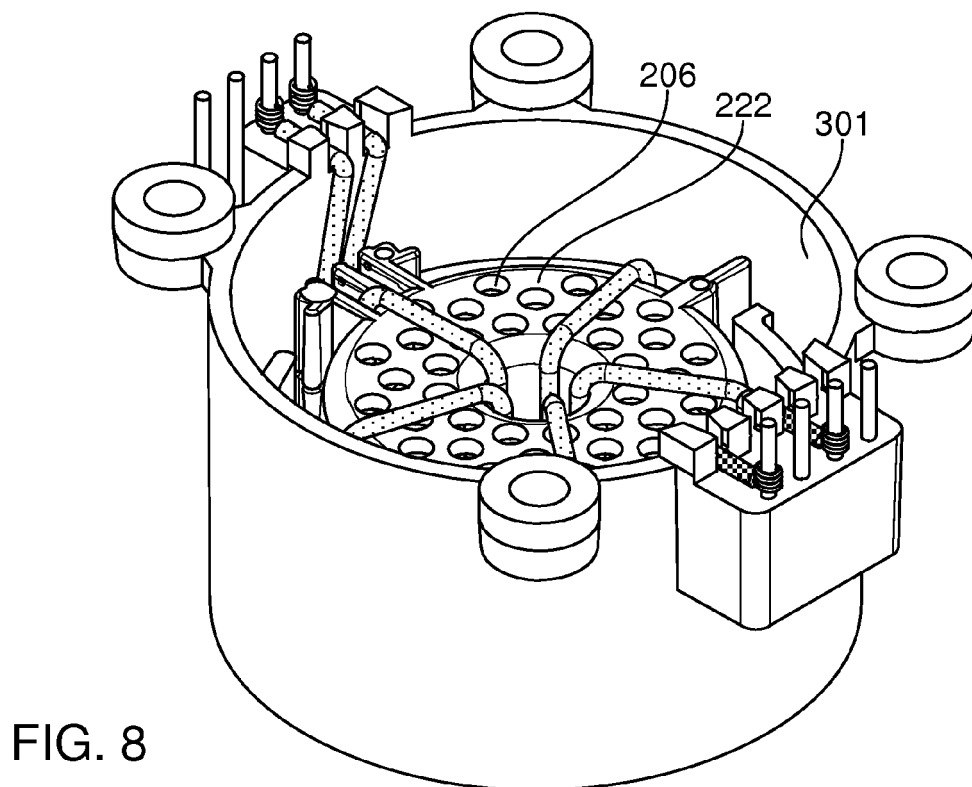
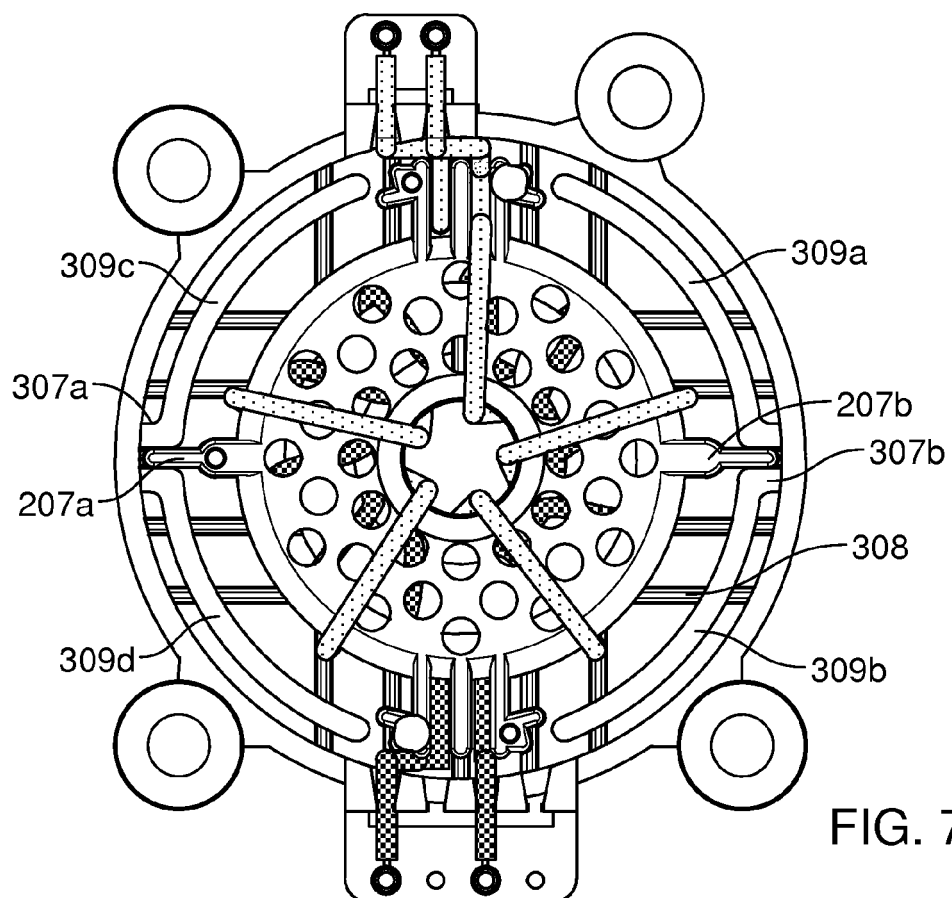
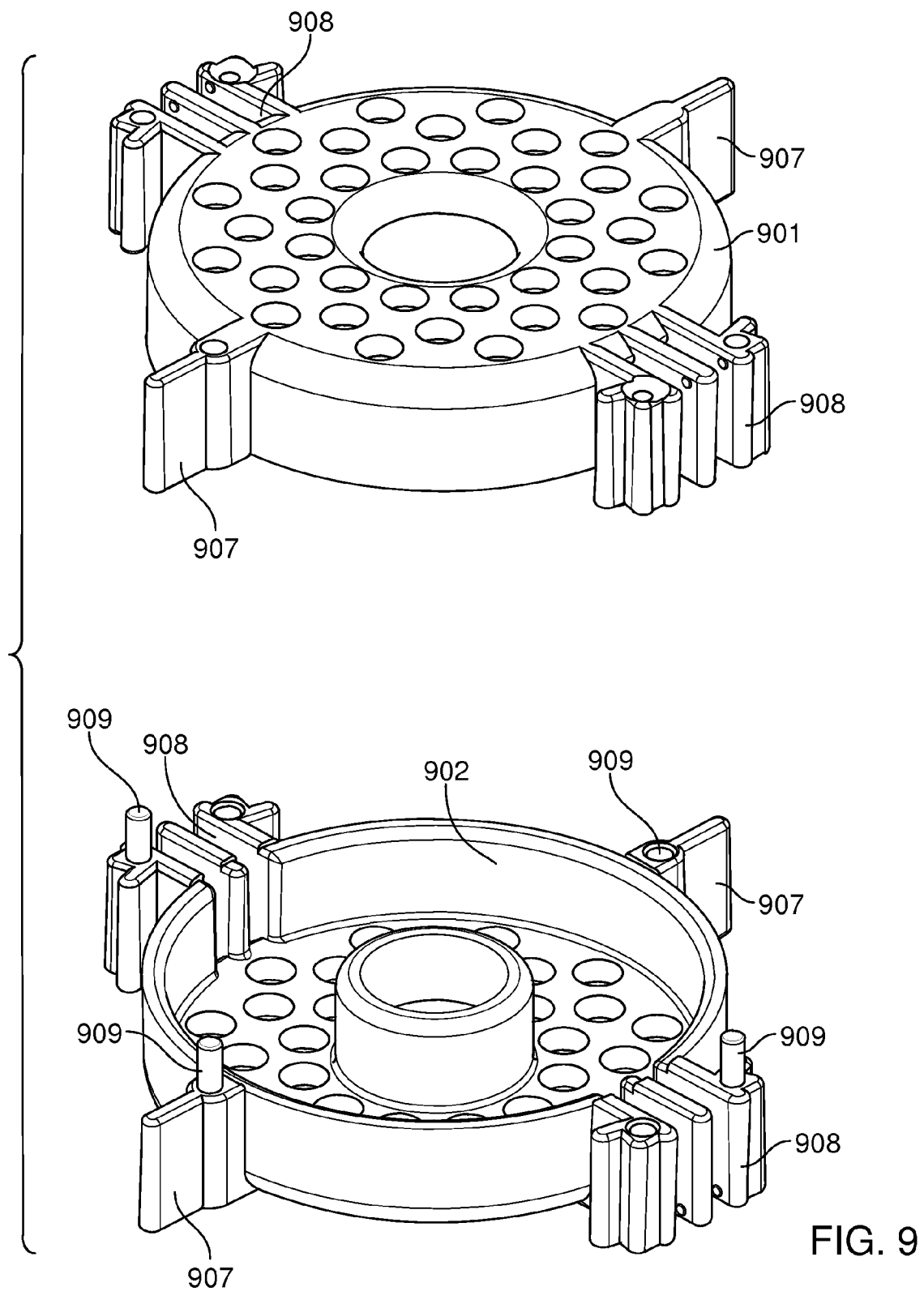


FIG. 5







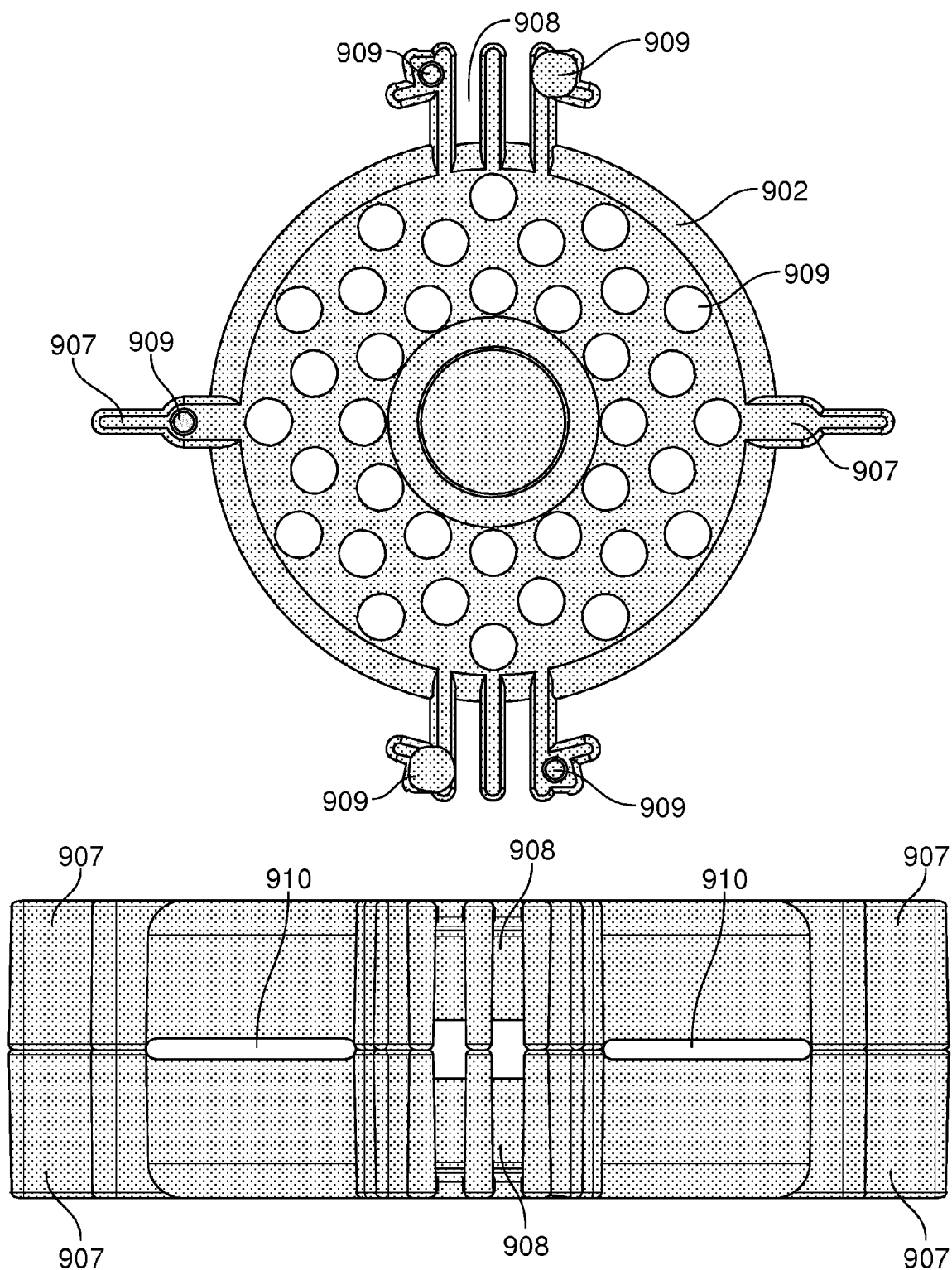


FIG. 10

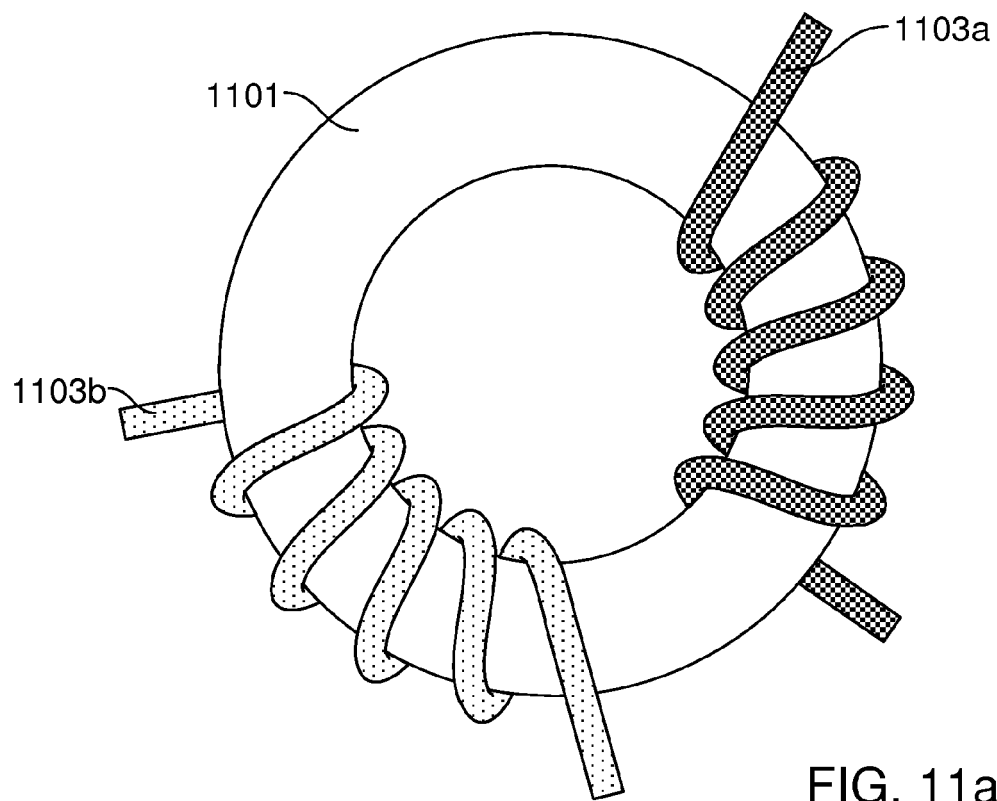


FIG. 11a

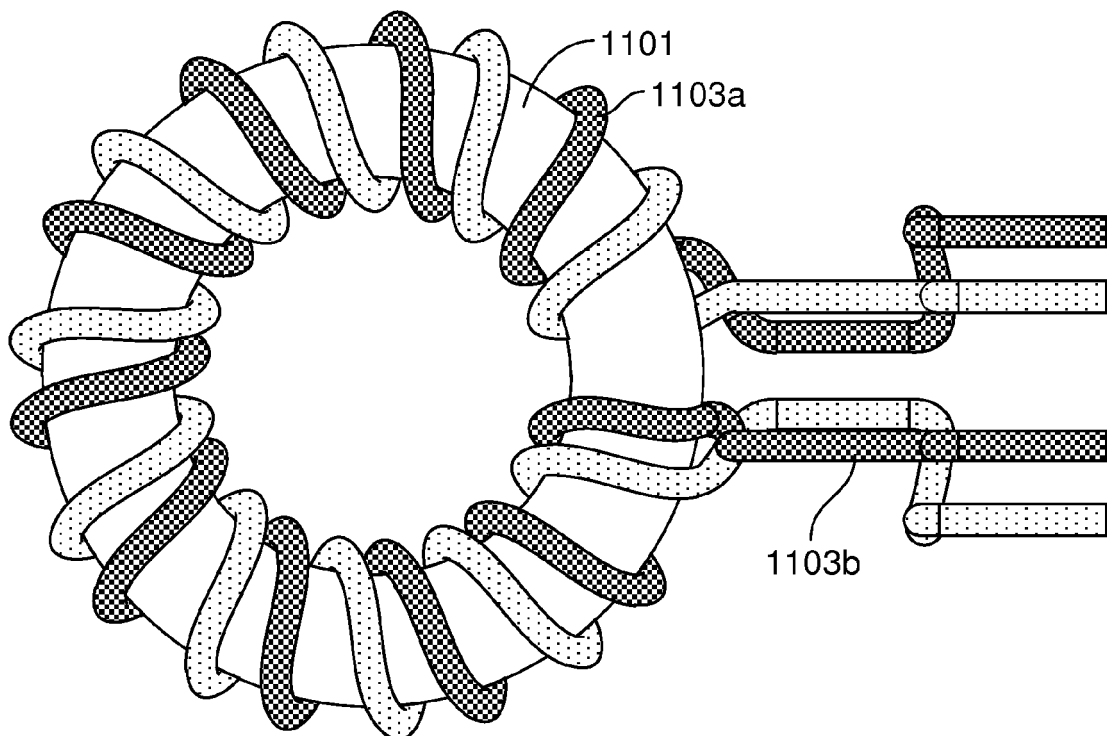


FIG. 11b

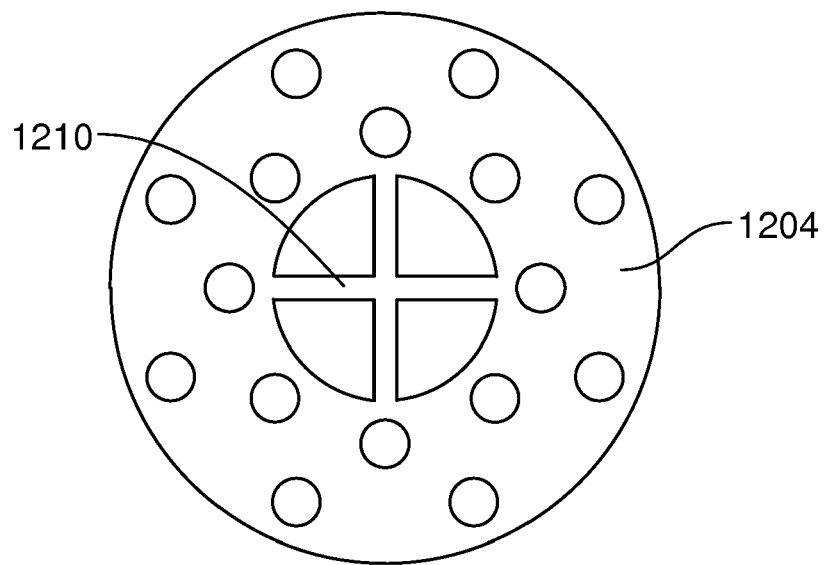


FIG. 12a

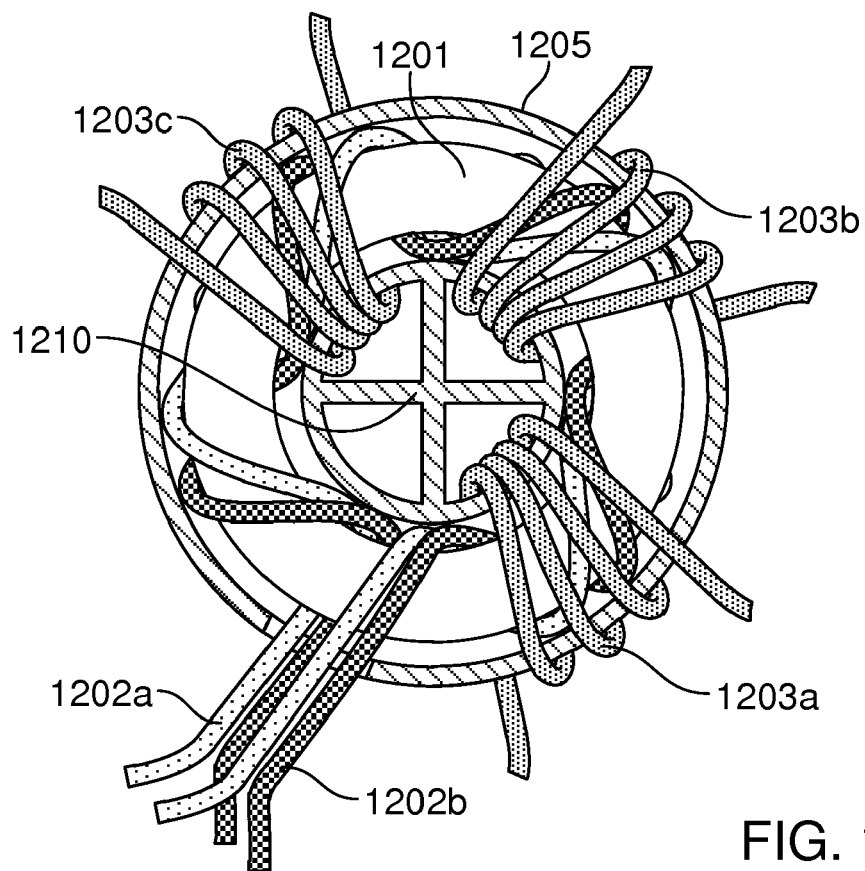


FIG. 12b

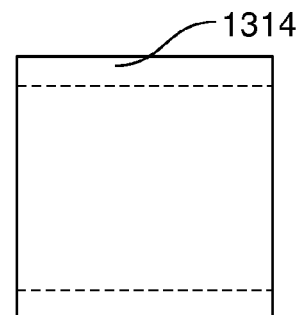
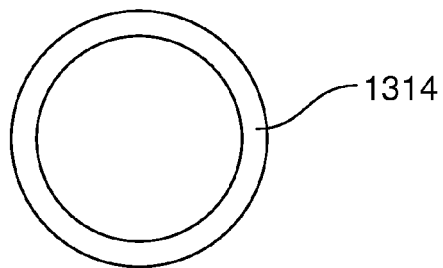
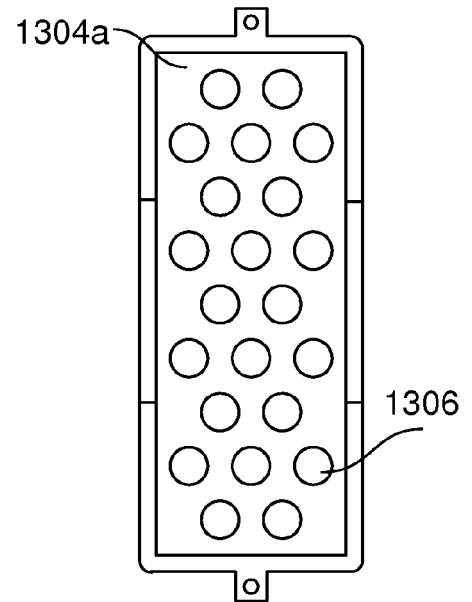
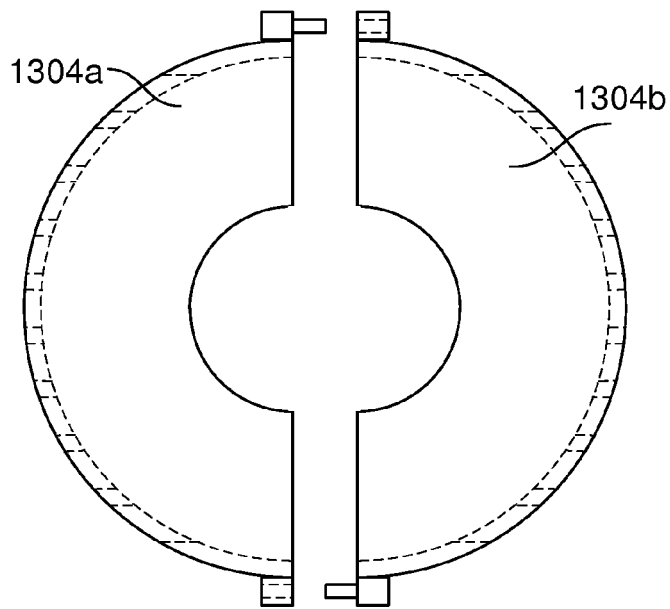


FIG. 13a

FIG. 13b

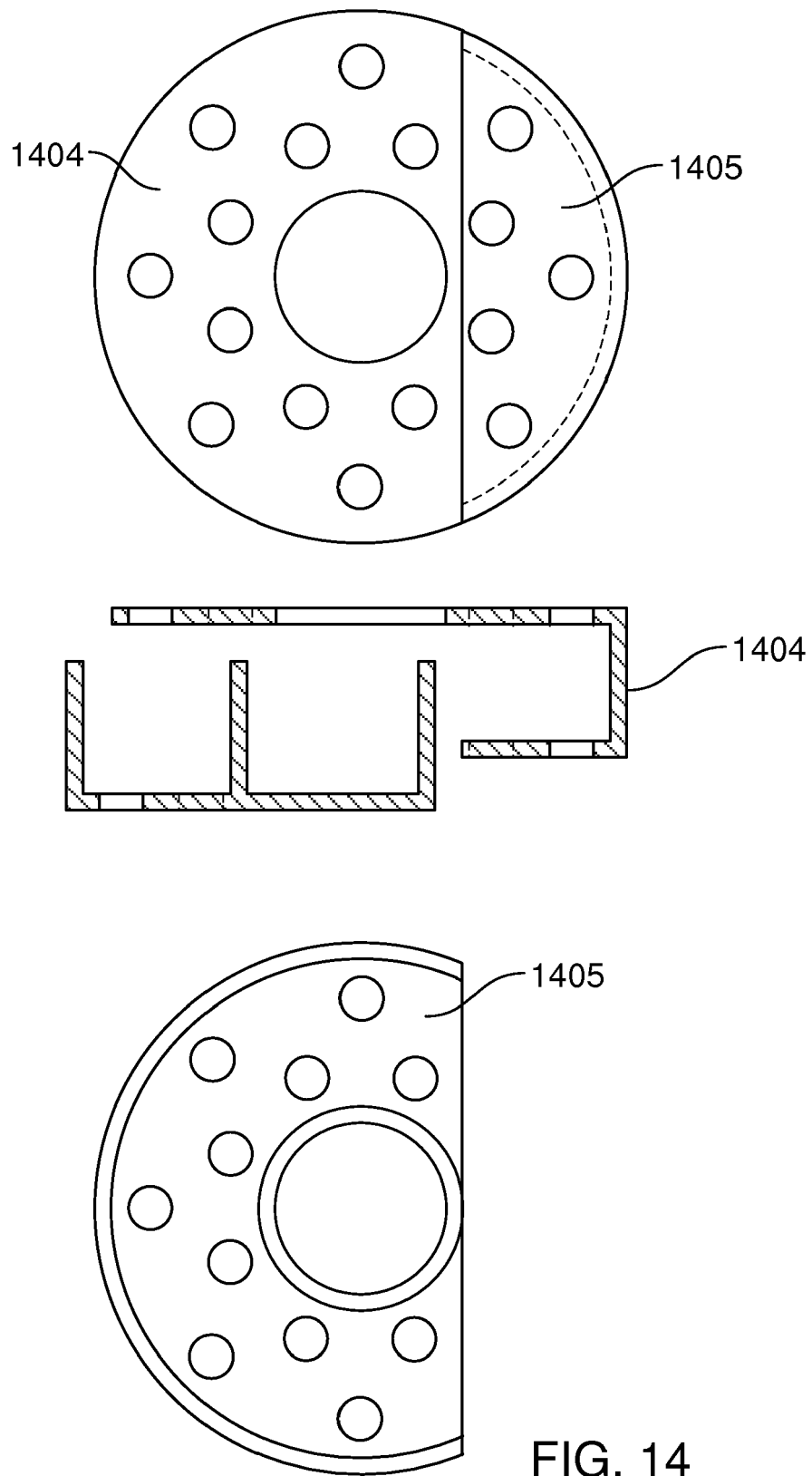


FIG. 14



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 15 5017

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 25 49 379 B1 (SIEMENS AG) 17. März 1977 (1977-03-17) * Abbildungen 1,2 * * Spalten 2-4 *	1-14	INV. H01F5/02 H01F17/06 H01F27/28 H01F27/32 H01F30/16
X	US 4 779 812 A (FISHER JOHN L [US] ET AL) 25. Oktober 1988 (1988-10-25) * Abbildungen 1-8 * * Spalten 6-10 *	1-14	
X	JP H11 312611 A (MANKUN O) 9. November 1999 (1999-11-09) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3,6,7 * * entsprechende Beschreibung *	1-5,7, 11-14	
X	JP 2007 142341 A (OTOWA ELECTRIC; SANYO DENKI KOGYO KK) 7. Juni 2007 (2007-06-07) * Abbildungen 1,2,4-6 * * Absätze [0016] - [0024] *	1-5,7, 11,13,14	
X	WO 2011/026706 A1 (OSRAM GMBH [DE]; CAO YONG [CN]; GAO JIANBO [CN]; GUO YUANCHENG [CN]; L) 10. März 2011 (2011-03-10) * Abbildungen 4,7,8 * * Absätze [0029] - [0036] *	1-5,7,14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01F
X	CN 201 918 248 U (NINGXIA YINLI ELECTRIC APPLIANCES MFG CO LTD) 3. August 2011 (2011-08-03) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1-4,7, 11,14	
X	DE 31 10 427 A1 (SACHSSE BRIGITTE [DE]) 25. November 1982 (1982-11-25) * Abbildungen 1-3 * * Seite 7 *	1-5, 12-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. März 2014	Prüfer Weisser, Wolfgang
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Nummer der Anmeldung

EP 14 15 5017

GEBÜHRENPFlichtIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

☐ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

☒ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

1-6, 14(vollständig); 7-13(teilweise)

☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 14 15 5017

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-6, 14(vollständig); 7-13(teilweise)

Vorgeformte Isolationsstruktur gemäß Anspruch 1 und Transformator gemäß Anspruch 2 mit dieser vorgeformten Isolationsstruktur, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur zwei identisch geformte Schalen umfasst, die den Transformator mit der ersten Wicklung zumindest teilweise umschließen und wobei die zweite Wicklung um die vorgeformte Isolationsstruktur gewickelt ist.

2. Ansprüche: 15(vollständig); 7-13(teilweise)

Vorgeformte Isolationsstruktur gemäß Anspruch 1 und Transformator gemäß Anspruch 2 mit dieser vorgeformten Isolationsstruktur, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur ein oder mehr Löcher aufweist (Anspruch 7) und/oder wobei der Transformator ein Gehäuse umfasst, das den Transformator und die erste und zweite Wicklung umschließt, wobei das Gehäuse mit einer Isolationssubstanz (Vergussmasse, Öl, Gas) gefüllt ist (Ansprüche 8-10). Die Isolationsstruktur kann eine oder mehrere Positionierstrukturen umfassen, die dazu ausgelegt sind, die vorgeformte Isolationsstruktur innerhalb des Gehäuses in ein oder mehreren Richtungen zu positionieren (Anspruch 13 (zweite Alternative)).

3. Anspruch: 13

Vorgeformte Isolationsstruktur gemäß Anspruch 1 und Transformator gemäß Anspruch 2 mit dieser vorgeformten Isolationsstruktur, wobei die vorgeformte Isolationsstruktur einen oder mehrere Draht-Halter, in dem der erste, der zweite Draht oder beide fixiert werden können (Anspruch 13 (Alternative 1)).

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

EP 14 15 5017

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-03-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2549379 B1	17-03-1977	KEINE	
US 4779812 A	25-10-1988	KEINE	
JP H11312611 A	09-11-1999	KEINE	
JP 2007142341 A	07-06-2007	KEINE	
WO 2011026706 A1	10-03-2011	CN 102013308 A WO 2011026706 A1	13-04-2011 10-03-2011
CN 201918248 U	03-08-2011	KEINE	
DE 3110427 A1	25-11-1982	KEINE	

EPO FORM P0461

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