



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.11.2017 Patentblatt 2017/46

(51) Int Cl.:
H01F 41/12 ^(2006.01) **H01F 41/066** ^(2016.01)
H01F 27/28 ^(2006.01) **H01F 27/30** ^(2006.01)
H01F 27/32 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16169559.8**

(22) Anmeldetag: **13.05.2016**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder: **Schaefer, Thomas**
86836 Obermeitingen (DE)

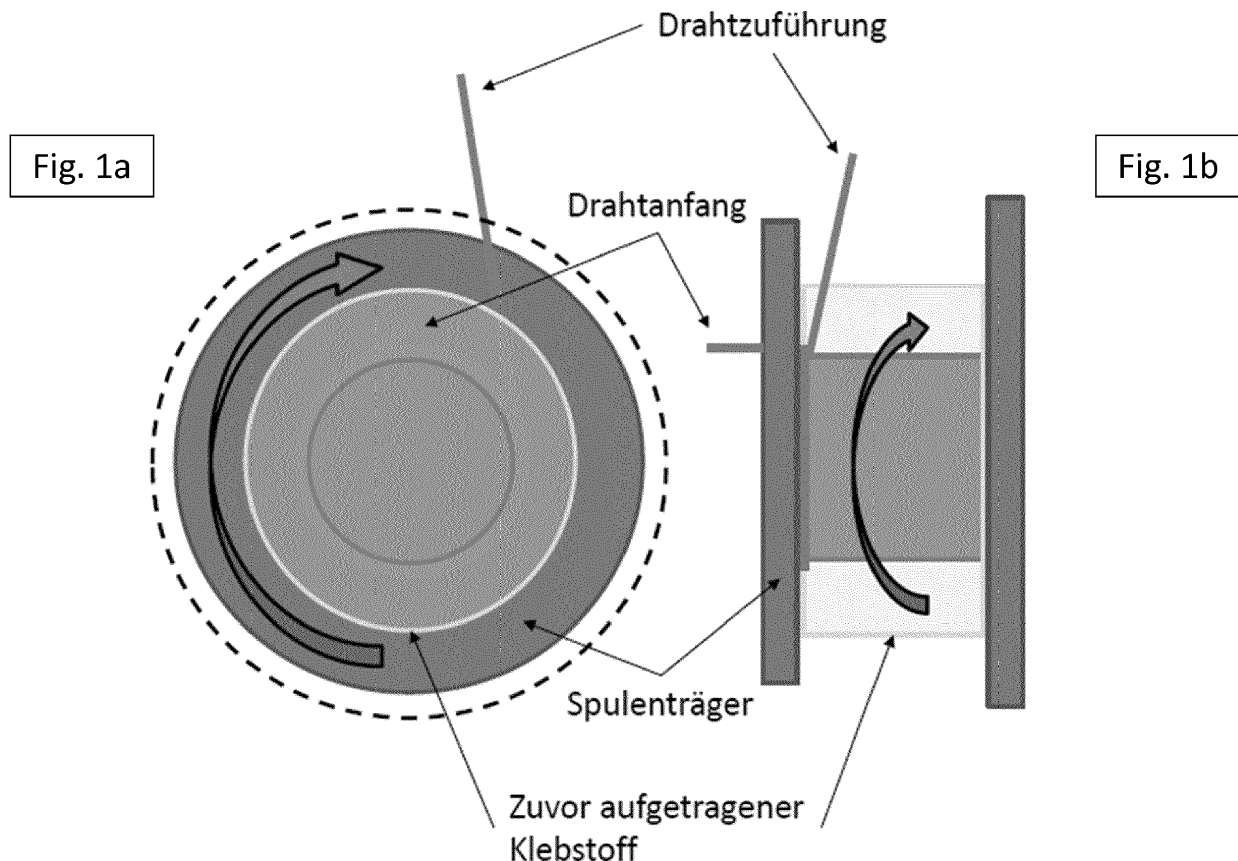
(74) Vertreter: **Hilti Aktiengesellschaft**
Corporate Intellectual Property
Feldkircherstrasse 100
Postfach 333
9494 Schaan (LI)

(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(54) **VERFAHREN ZUM FIXIEREN EINER SPULENWICKLUNG**

(57) Das Verfahren enthält die Verfahrensschritte: Auftragen eines wärmeleitfähigen und aushärtbaren Polymerwerkstoff auf wenigstens einen Teilbereich des Spulenträgers; Anbringen des elektrisch leitfähigen Spulendrahts auf den Spulenträger, sodass der Spulendraht

wenigstens teilweise von dem Polymerwerkstoff bedeckt ist; und Aushärten des Polymerwerkstoffs zum Fixieren des Spulendrahts mittels der Kohäsion und/oder Adhäsion des Polymerwerkstoffs.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Verfahren zum Fixieren eines elektrisch leitfähigen Spulendrahts auf einem Spulenträger.

[0002] Elektromagnetische Maschinen oder Komponenten, wie beispielsweise Elektromotoren, Elektromagnete, Relais, Transformatoren (Trafos), Messspulen, Lautsprecher oder dergleichen, verfügen über Spulen, d.h. gewickelter Draht, zu erzeugen oder detektieren von Magnetfeldern. Die Spulen bzw. der Draht der Spule wird hierzu mit einem elektrischem Strom beaufschlagt.

[0003] Strombeaufschlagte Spulen haben energetische Verluste, die zu einer unerwünschten Erwärmung der Spulen führen.

[0004] Diese Wärme kann nur schlecht nach außen, d.h. an die äußere Oberfläche der Spule, abgeleitet werden, da die Drahtwindungen zueinander keinen großflächigen Kontakt haben. Zusätzlich verbleiben mit den bisher vorhandenen Wicklungsverfahren stets zwischen den Drähten nach dem Wickelvorgang unerwünschte Luftspalte. Zur Beseitigung dieser Probleme können bisher nur Wickeldrähte mit hochwertigeren Qualitäten bzw. deutlich besseren Eigenschaften eingesetzt werden. Dies führt jedoch zu erhöhten Erstellungskosten.

Des Weiteren wäre es möglich, dass größere Bauvolumen für die Wicklungen vorgesehen werden. Größere Bauvolumen sind jedoch aus ökonomischen sowie aus ergonomischen Gesichtspunkten zu vermeiden.

[0005] Als bisherige aufwändige und kostenintensive Maßnahmen werden bisweilen in vorgelagerten und/oder nachgelagerten Arbeitsschritten, und im Wickelprozess integrierten Verfahren, wärmeleitende Stoffe aufgetragen bzw. eingebracht. Dabei wird entweder nur oberflächlich Wärme abgeführt, wie beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung DE 102010064072 A1 beschrieben, oder sehr aufwändig wärmeleitende Materialien eingebracht z.B. durch Auftragen im Wickelprozess, Vergießen, Tauchen, Träufeln, Pressen oder dergleichen.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die vorstehend beschriebenen Probleme zu lösen sowie insbesondere eine Verfahren zum Erzeugen einer verbesserten Spule bereitzustellen.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausführungsformen des erfindungsgemässen Gegenstands finden sich in den abhängigen Unteransprüchen.

[0008] Hierzu wird ein Verfahren zum Fixieren eines elektrisch leitfähigen Spulendrahts auf einem Spulenträger zur Verfügung zu stellen, mit dem die vorstehend genannten Probleme beseitigt, ein Spulendraht möglichst effektiv auf einem Spulenträger befestigt und eine möglichst große Wärmeabfuhr aus einer Spule heraus erreicht werden kann.

[0009] Ein Verfahren zum Fixieren eines elektrisch leitfähigen Spulendrahts auf einem Spulenträger wird hierzu

bereitgestellt.

[0010] Erfindungsgemäss enthält das Verfahren die Verfahrensschritten,

- 5 - Auftragen eines wärmeleitfähigen und aushärtbaren Polymerwerkstoff auf wenigstens einen Teilbereich des Spulenträgers;
- Anbringen des elektrisch leitfähigen Spulendrahts auf den Spulenträger, sodass der Spulendraht wenigstens teilweise von dem Polymerwerkstoff be-
- 10 deckt ist; und
- Aushärten des Polymerwerkstoffs zum Fixieren des Spulendrahts mittels der Kohäsion und/oder Adhäsion des Polymerwerkstoffs.
- 15

[0011] Derart hergestellte Spulen verbessern die Wärmeleitfähigkeit ($>0,3 \text{ Wm/K}$) und erleichtern die Fixierung des Spulendrahts auf dem Spulenträger. Die Verlustwärme der Spulenwicklung kann verstärkt an die äußere Oberfläche der Spule abführen werden, wodurch eine höhere Lebensdauer mit einer höheren Resistenz gegen Temperatur, Vibration und Erosion erreicht werden kann. Mit dem erfindungsgemässen Verfahren sind Spulen mit kompakteren Abmessungen, d.h. mit einer höheren Leistungsdichte möglich. Gleichzeitig können die Kosten durch die Auswahl einer günstigeren Spulendrahtqualität erzielt werden. Durch die vereinfachte Dosierung des fixierenden bzw. wärmeleitenden Materials können die Kosten noch weiter gesenkt werden.

[0012] Entsprechend einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann es möglich sein, dass das Aushärten des Polymerwerkstoffs durch Polymerisation, Polyaddition oder Polykondensation erfolgt. Das Aushärten kann auch als Verfestigen bezeichnet werden.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Polymerwerkstoff sowohl ein Duroplaste-Werkstoff als auch ein Thermoplaste-Werkstoff oder Elastomer-Werkstoff ist. Hierdurch kann eine besonders gute Wärmeleitfähigkeit erreicht werden. Es kann dabei vorteilhaft sein, dass der Duroplastewerkstoff eine Wärmeleitfähigkeit von größer als $0,3 \text{ Wm/K}$ ($> 0,3 \text{ Wm/K}$) aufweist. Es hat sich gezeigt, dass durch die Verwendung eines Duroplastewerkstoffs mit einer Wärmeleitfähigkeit von größer als $0,3 \text{ Wm/K}$ ($> 0,3 \text{ Wm/K}$) eine besonders gute Wärmeabfuhr aus der Spule erreicht werden kann.

[0014] Könnte doch auch ein Thermoplast (z.B. auftragen eines Heissklebstoffes) oder Elastomer (z.B. auftragen eines Silikon) sein, je nach Anforderung (z.B. wenn nur die Spule fixiert/gedämpft werden soll).

[0015] Des Weiteren kann es sich bei dem Polymerwerkstoff auch um einen Klebstoff handeln. Hierdurch können auf besonders schnelle und effiziente Art und Weise die Wickeldrähte fixiert werden.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Polymerwerkstoff auch ein Thermoplast oder ein

Elastomer sein. Bei dem Thermoplast kann es sich um einen Heissklebstoff handeln. Bei dem Elastomer kann es sich um Silikon handeln.

[0017] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Figurenbeschreibung. In den Figuren sind verschiedene Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die Figuren, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmässigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0018] Es zeigen:

Fig. 1a eine schematische Vorderansicht auf einen Spulenträger mit einem Spulendraht während des Wickelverfahrens;

Fig. 1b eine schematische Seitenansicht auf den Spulenträger mit dem Spulendraht während des Wickelverfahrens;

Fig. 2a eine erste Detailansicht auf einen Teilbereich des Spulenträgers mit dem Spulendraht; und

Fig. 2b eine zweite Detailansicht auf einen Teilbereich des Spulenträgers mit dem Spulendraht.

Ausführungsbeispiel:

[0019] Fig. 1 und 2 zeigen eine schematische Darstellung eines Spulenträgers 1 mit einem Spulendraht 2 während des Wickelverfahrens.

[0020] Der Spulenträger 1 enthält im Wesentlichen ein Trägerelement 3 sowie ein erstes Begrenzungselement 4 und ein zweites Begrenzungselement 5.

[0021] Das Trägerelement 3 weist im Wesentlichen eine zylindrische Form auf.

[0022] Der Spulendraht 2 besteht wenigstens aus einem Metall. Der Spulendraht 2 weist einen kreisrunden Durchmesserquerschnitt auf. Es ist jedoch auch möglich, dass der Durchschnittsquerschnitt des Spulendrahts 2 jede andere mögliche Form aufweist.

[0023] Das erste Begrenzungselement 4 im Wesentlichen als eine erste kreisrunde Scheibe 4a ausgestaltet und das zweite Begrenzungselement 5 ist im Wesentlichen als eine zweite kreisrunde Scheibe 4b ausgestaltet. Wie in den Figuren dargestellt, weist die zweite Scheibe 4b einen etwas größeren Durchmesser auf als die erste Scheibe 4a. Wie in den Figuren angedeutet, weist die erste Scheibe 4a eine Durchbohrung 6 auf, durch die der Spulendraht 2 geführt werden kann.

[0024] Der Spulenträger 1 bzw. die aus dem Spulendraht 2 fertig gewickelte Spule können jedoch auch jede andere mögliche Bauform haben.

[0025] Entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Fixieren eines elektrisch leitfähigen Spulendrahts auf einem Spulenträger 1 wird in einem ersten Verfahrensschritt eine möglichst gleichmässige Schicht

eines wärmeleitfähigen und aushärtbaren Polymerwerkstoffs 7 auf die zylindrische Oberfläche 8 des Trägerelements 3 aufgetragen. Der Polymerwerkstoff 7 weist dabei die Funktion eines Klebstoffs auf.

[0026] Noch bevor dieser wärmeleitfähige und aushärtbare Polymerwerkstoff 7 aushärten bzw. verfestigen kann, wird der Spulendraht 2 zum Bilden einer Spule bzw. Spulenwicklung auf das Trägerelement 3 des Spulenträgers 1 gewickelt.

[0027] Wie in den Figuren dargestellt, taucht der Spulendraht 2 dabei vollständig in den noch weichen Polymerwerkstoff 7 ein, sodass der Spulendraht 2 komplett von dem Polymerwerkstoff 7 bedeckt ist. Das freie Ende des Spulendrahts 9 wird durch die Durchbohrung 6 in der ersten Scheibe 4a geführt (vgl. Fig. 1b). Die Menge an bzw. die Höhe H der Polymerwerkstoff 7 auf dem Spulenträger 1 wird dabei so gewählt, dass der zu der Spule gewickelte Spulendraht 2 noch genau von dem Polymerwerkstoff 7 bedeckt ist.

[0028] Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel kann es jedoch auch möglich sein, dass deutlich weniger Polymerwerkstoff 7 auf den Spulenträger 1 aufgetragen wurde als zum Bedecken des zur Spule gewickelten Spulendrahts 2 notwendig wäre und einem weiteren Bearbeitungsschritt (z.B. Spritzpressen, Spritzgießen oder dergleichen) zuzuführen.

[0029] Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel kann es jedoch auch möglich sein, dass deutlich mehr Polymerwerkstoff 7 auf den Spulenträger 1 aufgetragen wurde als zum Bedecken des zur Spule gewickelten Spulendrahts 2 notwendig wäre. Der überschüssige Polymerwerkstoff 7 kann dazu dienen, zusätzliche Komponenten, wie z.B. z.B. Kühlelemente, Lagerschalen, Bauteile zur Befestigung der Spule bzw. Spulenträgers 1 oder dergleichen, mit dem Spulenträger 1 zu verbinden. Die zusätzlichen Komponenten sind in den Figuren nicht dargestellt.

[0030] Des Weiteren können in dem ersten Begrenzungselement 4 und/oder zweiten Begrenzungselement 5 verschiedene Durchbohrungen, z.B. Kanäle, vorgesehen sein. Zusätzlicher Polymerwerkstoff 7 kann durch diese Durchbohrungen bzw. Kanäle fließen zur Anbringung weiterer Bauteile oder Komponenten. Zusätzlich kann die Verbindung zwischen Spulenträger 1 und weiteren Komponenten und Bauteile, z.B. Blechpaket oder deren Basisolation, durch ein vorangegangenes Auffüllen von vorhandenen Durchbohrungen oder Kanälen weiter verbessert werden. Die Verbesserung betrifft insbesondere mechanische und thermische Anbindung. Weder die verschiedenen Durchbohrungen noch die weiteren Bauteile oder Komponenten sind in den Figuren dargestellt.

[0031] Vor, während oder nachdem der Spulendraht 2 und/oder weitere Komponenten bzw. Bauteile mit dem Spulenträger 1 verbunden sind, kann der Polymerwerkstoff 7 aushärten bzw. verfestigen. Das Aushärten bzw. Verfestigen kann beispielsweise durch Polymerisation, Polyaddition oder Polykondensation erfolgen.

[0032] Des Weiteren kann der Härteprozess durch Zugabe eines Härters (z.B. 2-Komponenten Polymer/Klebstoff) vor, während oder nach dem Auftragen als auch vor, während oder nach dem Auftragen durch Einsatz eines Auslösers (z.B. UV-, sichtbare Licht- und/oder Wärmestrahlung, Feuchtigkeit usw.) gestartet werden. 5

[0033] Es ist auch möglich, den Polymerwerkstoff 7 in einem vorhergehenden Arbeitsschritt zu fixieren, um ihn im Anschluss an diesen Arbeitsschritt auszuhärten zu lassen (z.B. bei Dual härtenden Polymerwerkstoffen/Klebstoffe). Hierdurch wird eine dauerhafte, fixierende sowie schützende Verbindung hergestellt. 10

Patentansprüche

15

1. Verfahren zum Fixieren eines elektrisch leitfähigen Spulendrahts 2 auf einem Spulenträger (1), **gekennzeichnet durch** die Verfahrensschritten, 20

- Auftragen eines wärmeleitfähigen und aushärtbaren Polymerwerkstoff (7) auf wenigstens einen Teilbereich des Spulenträgers (1);
- Anbringen des elektrisch leitfähigen Spulendrahts (2) auf den Spulenträger (1), sodass der Spulendraht (2) wenigstens teilweise von dem Polymerwerkstoff (7) bedeckt ist; und 25
- Aushärten des Polymerwerkstoffs (7) zum Fixieren des Spulendrahts (2) mittels der Kohäsion und/oder Adhäsion des Polymerwerkstoffs (7). 30

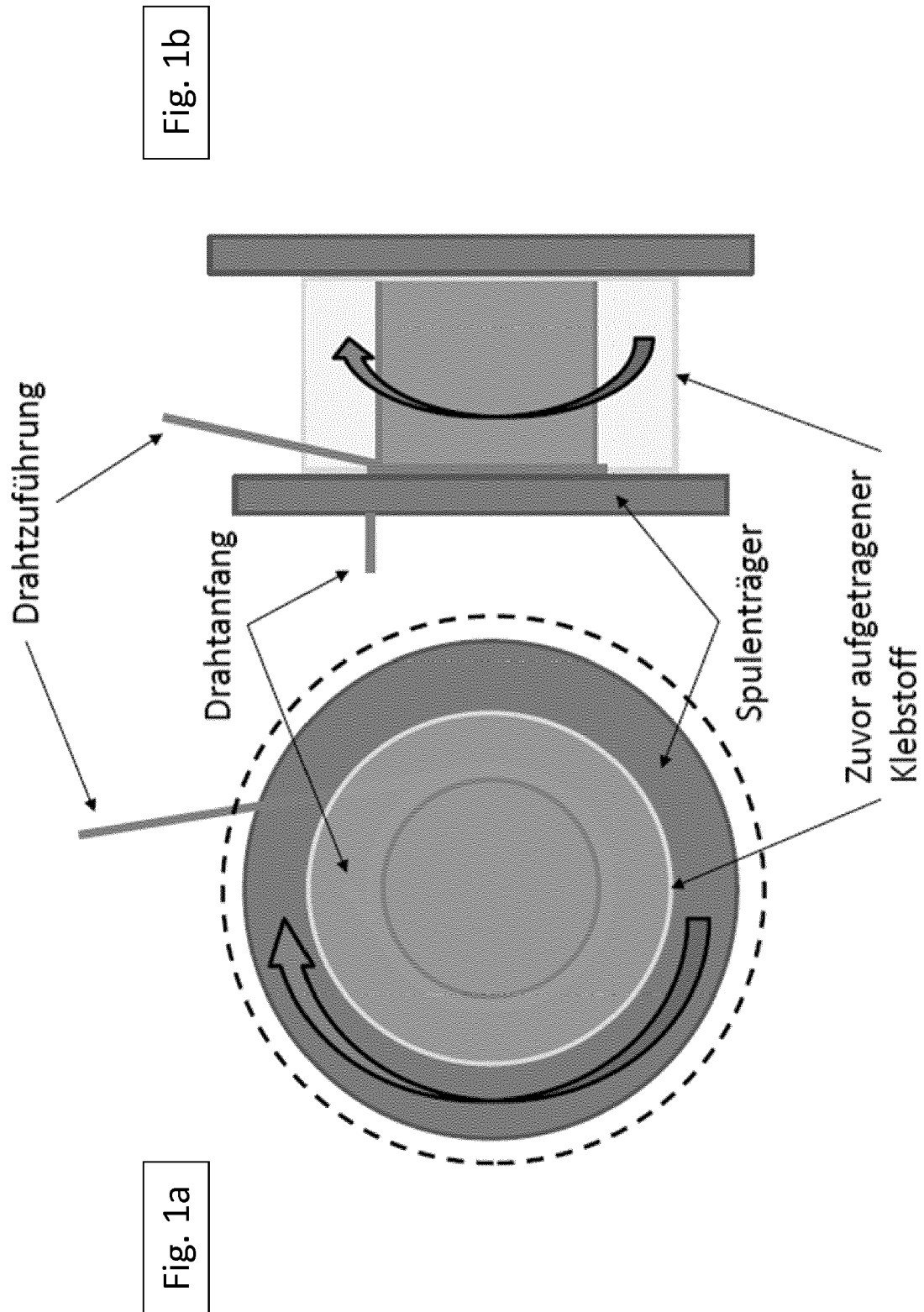
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aushärten des Polymerwerkstoffs (7) durch Polymerisation, Polyaddition oder Polykondensation erfolgen. 35

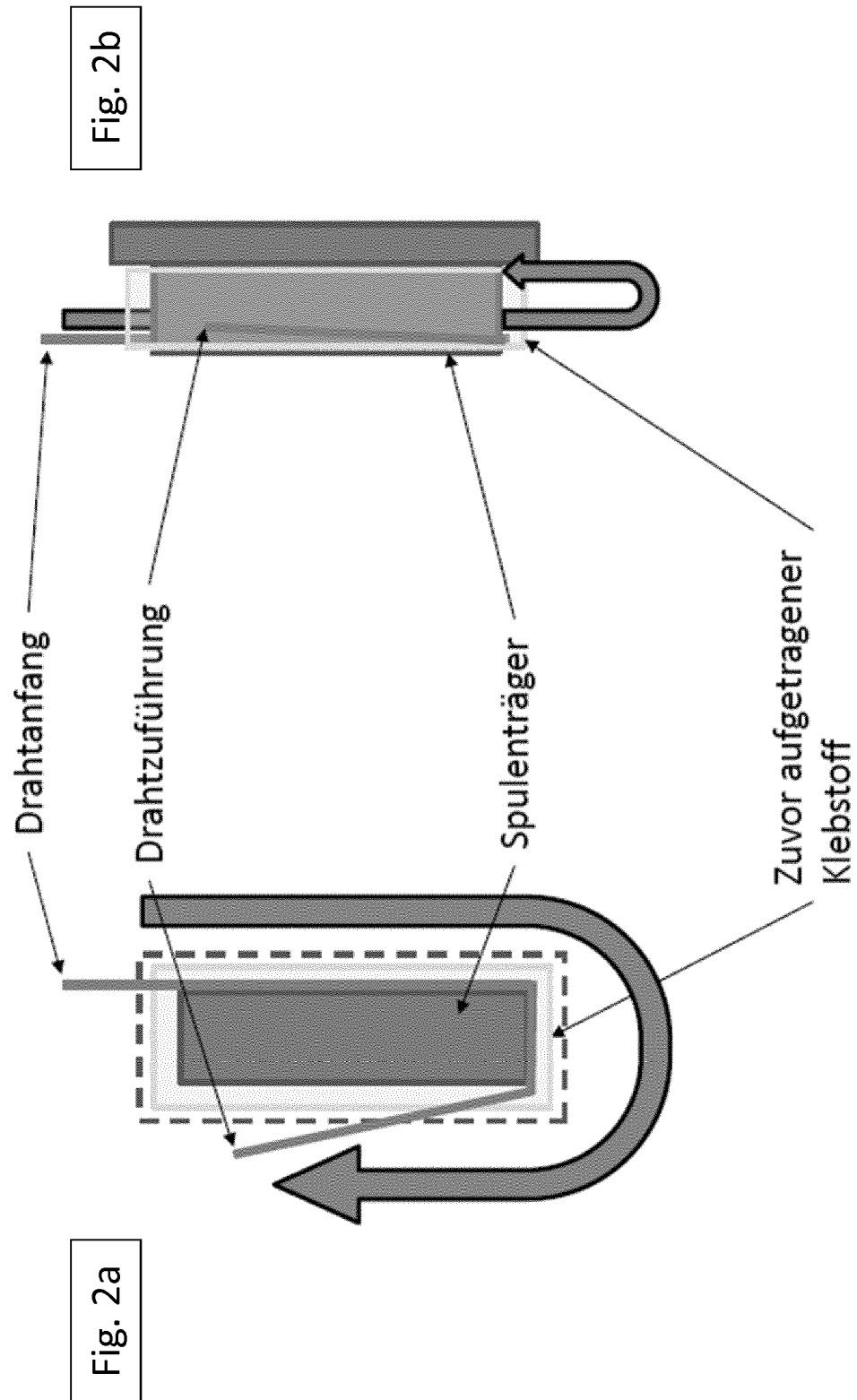
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Polymerwerkstoff (7) sowohl ein DuroplasteWerkstoff als auch ein Thermoplaste- Werkstoff oder Elastomer-Werkstoff ist. 40

45

50

55







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 16 9559

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP S61 77315 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 19. April 1986 (1986-04-19) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * * entsprechende Beschreibung *	1-3	INV. H01F41/12 H01F41/066 H01F27/28 H01F27/30 H01F27/32
X	US 2008/040912 A1 (AESCHLIMANN MICHEL [FR]) 21. Februar 2008 (2008-02-21) * Abbildung 4 * * Absätze [0066], [0067], [0074] - [0076], [0085], [0086] *	1-3	
X	US 4 554 730 A (WESTERVELT DEAN C [US] ET AL) 26. November 1985 (1985-11-26) * Abbildungen 2-6 * * Spalten 6-8 *	1-3	
A	DE 199 19 069 A1 (ABB T & D TECH LTD [CH]) 2. November 2000 (2000-11-02) * das ganze Dokument *	1-3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. November 2016	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)

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

EP 16 16 9559

5 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.

11-11-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	JP S6177315 A	19-04-1986	KEINE	
15	US 2008040912 A1	21-02-2008	FR 2882613 A1 JP 2008532465 A US 2008040912 A1 WO 2006090058 A1	01-09-2006 14-08-2008 21-02-2008 31-08-2006
20	US 4554730 A	26-11-1985	AU 572939 B2 AU 3728785 A CA 1233968 A DE 3567762 D1 EP 0150921 A1 IN 163732 B JP S60161608 A MX 156759 A NZ 210602 A US 4554730 A ZA 8500064 B	19-05-1988 18-07-1985 15-03-1988 23-02-1989 07-08-1985 05-11-1988 23-08-1985 29-09-1988 29-11-1988 26-11-1985 28-08-1985
25	DE 19919069 A1	02-11-2000	KEINE	
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102010064072 A1 [0005]