



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 710 055 A2**

(51) Int. Cl.: **H02K 3/48** (2006.01)
H02K 3/12 (2006.01)
F16F 1/02 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

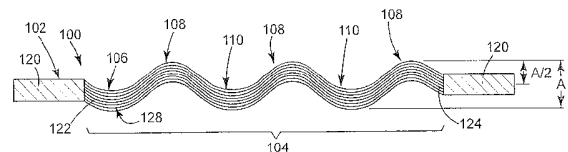
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer:	01182/15	(71) Anmelder:	General Electric Company, 1 River Road Schenectady, New York 12345 (US)
(22) Anmeldedatum:	17.08.2015	(72) Erfinder:	Anthony Salvatore Arrao, Schenectady, NY 12345 (US) James Jun Xu, Schenectady, NY 12345 (US)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	29.02.2016	(74) Vertreter:	R.A. Egli & Co., Patentanwälte, Baarerstrasse 14 6300 Zug (CH)
(30) Priorität:	28.08.2014 US 62/043,187 25.02.2015 US 14/630870		

(54) **Wellfeder mit planaren Enden und Statorstab mit Armierung.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Wellfeder (100), die einen Körper (102) aufweist, der einen mittleren Abschnitt (104) mit einer im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche (106) und einen im Wesentlichen planaren Endabschnitt (120), der von jedem Ende (122, 124) des mittleren Abschnitts (104) ausgeht, aufweist. Offenbart ist auch ein Statorstab mit einer Armierungsschicht, die einen mit einem Novalac-Epoxidharz imprägnierten Glas-Verbundwerkstoff enthält.



Beschreibung

QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der derzeit anhängigen vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 62/043 187, eingereicht am 28. August 2014. Die oben erwähnte Anmeldung wird durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit mit allen ihren Inhalten hierin mit aufgenommen, um eine Kontinuität der Offenbarung zu schaffen.

HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG

[0002] Die Offenbarung betrifft allgemein Statoren und insbesondere eine Wellfeder mit im Wesentlichen planaren Endabschnitten, um die Tendenz zu einer durch Abrieb bewirkten Beschädigung einer Statorwicklung zu verringern, und einen Statorstab mit einer wärmebeständigen und gehärteten Armierungsschicht.

[0003] Ankerwicklungen, die auch als Statorstäbe oder – Wicklungen bezeichnet werden, werden in Stromgeneratoren während planmässiger Stillstände routinemässig inspiziert, um sie auf ihre Betriebsfähigkeit zu überprüfen. In manchen Generatoren umgibt ein Statorjoch in dem Generator einen Ankerkern und umschliesst zum Teil die Ankerwicklungen. Die Statorwicklungen sind aus mehreren Kupferleitungen gebildet, die in dem Anker gewickelt sind, um Kreisschleifen zu bilden. Die Ankerwicklungen können auf solche Weise innerhalb eines Statorschlitzes angeordnet sein, dass der Generator im Betrieb gewünschte Spannungs-, Strom- und Standzeitkennwerte aufrechterhalten kann.

[0004] Die Statorwicklungen eines Stromgenerators unterliegen typischerweise vielfältigen Belastungen, wie elektromagnetischen und mechanischen Kräften, elektrischem Feld, chemischen und thermischen Belastungen. Die mechanische Belastung, die auf die Oberfläche eines Statorstabs wirkt, kann lateral, radial und axial ausgeübt werden. Diese lateralen und radialen Bewegungen des Stabes in dem Schlitz werden typischerweise mit einem Rückhaltesystem abgefangen, das Wellfedern enthält, die eine radiale oder in Umfangsrichtung wirkende Rückhaltekraft an den Stator anlegen, um eine Reduktion der Bewegung der Statorstabwicklungen innerhalb der Statornut zu unterstützen.

[0005] Das moderne Wicklungsrückhaltesystem, das die laterale Bewegung einer Statorwicklung dämpft, kann Tausende von Wellfedern verwenden. Die Wellfedern, die entlang der Statorstäbe und zwischen dem Stator Kern und den Stäben angeordnet werden, werden als Seitenwellfedern bezeichnet. Sie werden typischerweise zu ungefähr 70–90% komprimiert. Eine herkömmliche einzelne Wellfeder enthält Wellenbögen, um die Vibrationsverlagerung einer Statorwicklung innerhalb der Wellenamplitude zu absorbieren. Die Kräfte, die auf den Statorstab ausgeübt werden, sind in der Nähe des Endes der Nut relativ hoch. Wenn eine Wellfeder verschleisst, können folglich die lateralen Kräfte des Statorstabs den abriebbedingten Schaden an den Oberflächen sowohl an der Feder als auch an dem armierten Statorstab vergrössern. Das Phänomen kann die Standzeit einer konzipierten Statorwicklung verkürzen, was einen ungeplanten Stillstand verursacht und möglicherweise zu Ausfallkosten führt. Ein anderes Abriebproblem kann auftreten, wenn eine ungleichmässige feinbearbeitete Wellenoberfläche an dem Rand oder Ende einer Seitenwellfeder an der armierten Glasschicht des Statorstabs scheuert. In diesem Fall kann die verringerte Dicke der abgeriebenen Wandisolierung die Häufigkeit und die Notwendigkeit von Reparaturen oder Austausch erhöhen. Die Oberflächen der Statorwicklungen können auch durch den Wellenberg der Wellfeder abgenutzt werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0006] Ein erster Aspekt der Offenbarung ergibt eine Wellfeder, die aufweist: einen Körper, der einen mittleren Abschnitt mit einer im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche und einen im Wesentlichen planaren Endabschnitt, der von jedem Ende des mittleren Abschnitts ausgeht, aufweist.

[0007] In der zuvor erwähnten Wellfeder kann die im Wesentlichen sinusförmige Oberfläche eine Amplitude aufweisen, die entlang einer ersten Achse verläuft, und jeder im Wesentlichen planare Endabschnitt kann ungefähr an einer Stelle mit einer mittleren Amplitude der im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche von der im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche ausgehen.

[0008] In einer Ausführungsform kann der Körper mehrere Schichten aufweisen, die Glasfasern enthalten, die in einer Glasrichtung angeordnet sind, wobei sich der Körper in einer Längsrichtung erstrecken kann und wobei die im Wesentlichen sinusförmige Oberfläche mehrere Wellenberge und Täler enthalten kann, die sich in einer Wellenbergrichtung erstrecken.

[0009] In einer Konfiguration der zuletzt erwähnten Ausführungsform können die Längsrichtung und die Wellenbergrichtung im Wesentlichen senkrecht zueinander ausgerichtet sein.

[0010] Ausserdem kann die Glasrichtung im Wesentlichen parallel zu der Wellenbergrichtung verlaufen.

[0011] Alternativ dazu kann die Glasrichtung unter einem Winkel anders als im Wesentlichen senkrecht oder im Wesentlichen parallel zu der Wellenbergrichtung verlaufen.

[0012] Ferner kann die Glasrichtung im Wesentlichen parallel zu der Längsrichtung angeordnet sein.

[0013] In einer anderen Konfiguration der zuletzt erwähnten Ausführungsform kann die Wellenbergrichtung unter einem Winkel anders als im Wesentlichen senkrecht zu der Längsrichtung angeordnet sein.

[0014] Zusätzlich kann die Glasrichtung unter einem Winkel anders als im Wesentlichen senkrecht oder im Wesentlichen parallel zu der Längsrichtung angeordnet sein.

[0015] Alternativ dazu kann die Glasrichtung unter einem Winkel im Wesentlichen senkrecht zu der Längsrichtung angeordnet sein.

[0016] Als eine weitere Alternative kann die Glasrichtung im Wesentlichen parallel zu der Längsrichtung angeordnet sein.

[0017] In der zuletzt erwähnten Ausführungsform der Wellfeder einer beliebigen der oben erwähnten Arten können die mehreren Schichten mehrere Glaslagen enthalten, wobei jede Lage mindestens zwei Glasbündel enthält, die im Wesentlichen senkrecht zueinander angeordnet sind.

[0018] In jeder beliebigen der oben erwähnten Wellfedern kann jeder im Wesentlichen planare Endabschnitt abgerundete Ränder aufweisen.

[0019] In einer Ausführungsform kann der Körper einen mit Novalac-Epoxid imprägnierten halbleitenden E-Glas-Verbundwerkstoff enthalten und kann ferner eine Kohle-Glasfaser-Schicht über dem mit Novalac-Epoxid imprägnierten halbleitenden E-Glas-Verbundwerkstoff umfassen.

[0020] In einer anderen Ausführungsform kann die Wellfeder ferner eine Opfer-Verschleissplatte aufweisen, die sich entlang des Körpers erstreckt und mit diesem integral verbunden ist.

[0021] In einer noch weiteren Ausführungsform kann die Wellfeder eine Seitenwellfeder sein.

[0022] Die Wellfeder jeder beliebigen der oben erwähnten Arten kann ferner kombiniert sein mit: einer elektrischen Maschine mit einem Rotor und einem Stator, wobei der Stator einen Stator Kern mit mehreren Statornuten aufweist; mehreren Statorstäben, die im Wesentlichen innerhalb der mehreren Statornuten enthalten sind; und wobei die Wellfeder zwischen mindestens einem von den mehreren Statorstäben und dem Stator Kern angeordnet ist.

[0023] In der zuletzt erwähnten Kombination kann die Wellfeder ferner eine Armierungsschicht über mindestens einem von den mehreren Statorstäben aufweisen, wobei die Armierungsschicht einen mit Novalac-Epoxidharz imprägnierten Glas-Verbundwerkstoff enthält.

[0024] Ausserdem kann die Armierungsschicht eine Shore-D-Härte von über etwa 92 aufweisen.

[0025] Ein zweiter Aspekt ist auf einen Statorstab gerichtet, der aufweist: einen Statorstabkern; eine halbleitende Schicht, die um den Statorstabkern herum aufgebracht ist; eine Isolierschicht, die um die halbleitende Schicht herum aufgebracht ist; und eine Armierungsschicht, die zumindest zum Teil um die Isolierschicht herum aufgebracht ist, wobei die Armierungsschicht einen mit Novalac-Epoxidharz imprägnierten Glas-Verbundwerkstoff enthält.

[0026] In dem zuvor erwähnten Statorstab kann die Armierungsschicht eine Shore-D-Härte von über etwa 92 aufweisen.

[0027] Ein dritter Aspekt der Offenbarung ergibt einen Statorstab, der aufweist: einen Statorstabkern; eine halbleitende Schicht, die um den Statorstabkern herum angeordnet ist; eine Isolierschicht, die um die halbleitende Schicht herum angeordnet ist; und eine Armierungsschicht, die zumindest zum Teil um die Isolierschicht herum angeordnet ist, wobei die Armierungsschicht ein flexibles keramisches, im Wesentlichen U-förmiges Rohr enthält, das so eingerichtet ist, dass es der Form einer Oberfläche der Isolatorschicht entspricht.

[0028] Die erläuternden Aspekte der vorliegenden Offenbarung sollen die hierin beschriebenen Probleme und weitere, nicht erörterte Probleme lösen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0029] Diese und andere Merkmale der Offenbarung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung der verschiedenen Aspekte der Offenbarung deutlicher werden, wenn man diese in Zusammenschau mit den begleitenden Zeichnungen liest, in denen verschiedene Ausführungsformen der Offenbarung dargestellt sind und in denen:

- Fig. 1 eine perspektivische Endansicht einer herkömmlichen elektrischen Maschine zeigt;
- Fig. 2 eine Teil-Explosionsansicht eines Abschnitts eines Stator Kerns und von Nuten einer in Fig. 1 dargestellten elektrischen Maschine zeigt;
- Fig. 3 eine Teil-Querschnittsansicht einer Nut in einem Stator einer elektrischen Maschine zeigt;
- Fig. 4 eine Querschnittsansicht einer Wellfeder gemäss Ausführungsformen der Erfindung zeigt;
- Fig. 5 und 6 Draufsichten auf eine Wellfeder gemäss Ausführungsformen der Erfindung zeigen;
- Fig. 7 eine Querschnittsansicht eines Körpers der Wellfeder gemäss Ausführungsformen der Erfindung zeigt;
- Fig. 8–14 schematische Draufsichten auf Glas-, Wellenberge/Täler- und Längsrichtungsanordnungen der Wellfeder gemäss Ausführungsformen der Erfindung zeigen;

- Fig. 15 eine Querschnittsansicht einer Opfer-Verschleissplatte zur Verwendung mit einer Wellfeder gemäss Ausführungsformen der Erfindung zeigt;
- Fig. 16 eine Querschnittsansicht einer alternativen Ausführungsform der Opfer-Verschleissplatte von Fig. 15 zeigt;
- Fig. 17 eine Querschnittsansicht eines Statorstabs, der eine Packarmierungsschicht aufweist, gemäss Ausführungsformen der Erfindung zeigt.

[0030] Man beachte, dass die Zeichnungen der Offenbarung nicht massstabsgetreu sind. Die Zeichnungen sollen nur typische Aspekte der Offenbarung darstellen und sollten daher nicht als Beschränkung des Umfangs der Offenbarung betrachtet werden. In den Zeichnungen stellen gleiche Nummerierungen Elemente dar, die in den Zeichnungen jeweils gleich sind.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0031] Fig. 1 ist eine perspektivische Endansicht einer herkömmlichen elektrischen Maschine 10. Die elektrische Maschine 10 weist einen Kern 16 mit mehreren Statornuten 12 zur Aufnahme einer Wicklung auf, um einen elektromagnetischen Fluss zu erzeugen. Die Statornuten 12 sind so eingerichtet, dass sie Statorwicklungen aufnehmen, die in den Statornuten, die um einen Innenumfang des (auch als Stator Kern bezeichneten) Kerns 16 herum definiert sind, angeordnet werden sollen. Die Statorwicklungen können aus mehreren Flachstableitern oder Statorstäben bestehen, die miteinander verbunden sind, um einen vorgegebenen Wicklungsweg zu bilden. In einem Aspekt der Erfindung werden die Statorstäbe durch Verroebeln (Verdrillen) der rechteckigen Kupferstrangpackung gebildet. Ein (nicht dargestellter) Rotor kann innerhalb einer Öffnung 18 in dem Stator Kern 16 angeordnet sein, wo ein Luft- oder Kühlmittelspalt zwischen dem Rotor und dem Stator Kern 16 definiert ist. Eine Teil-Explosionsansicht des Stators ist durch die Bezugszahl 20 dargestellt, die ausführlich unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben ist. Die elektrische Maschine 10 kann jede beliebige elektrische rotierende Maschine oder dynamoelektrische Maschine sein, unter anderem ein Motor oder ein Generator.

[0032] Fig. 2 zeigt eine Teil-Explosionsansicht eines Abschnitts einer elektrischen Maschine 10 von Fig. 1. In einem Aspekt der Erfindung weist der Stator 20 einen unteren Statorstab 22 und einen oberen Statorstab 24 auf, und eine oder mehrere Nutfüllungen 26, 28 sind zumindest zum Teil innerhalb der einzelnen Statornuten 21 angeordnet. Das Keil- oder Rückhaltesystem enthält eine Rückhaltevorrichtung oder Wellfeder 32. In einem Aspekt der Erfindung enthält die Rückhaltevorrichtung eine Wellfeder 32, die zumindest zum Teil so innerhalb einer Statornut 21 angeordnet wird, dass die Wellfeder 32 an die Nutfüllung 26 und/oder die Nutfüllung 28 angrenzt. Dann wird die Wellfeder 32 unter Verwendung mehrerer Stator-Keilschieber 34 und Statorkeile 36 in der Statornut 21 gesichert. Zum Beispiel ruft eine Bewegung der Stator-Keilschieber 34 in eine erste Richtung, die durch den Pfeil 38 angezeigt ist, und in Bezug auf die Statorkeile 36 oder eine Bewegung der Statorkeile 36 in eine zweite Richtung, die durch den Pfeil 40 angezeigt ist, in Bezug auf die Stator-Keilschieber 34, einen Rückhaltedruck auf den inneren (unteren) Statorstab 22 und den oberen Statorstab 24 hervor, um eine Sicherung des inneren (unteren) Statorstabs 22 und des äusseren (oberen) Statorstabs 24 in der Statornut 21 zu unterstützen. Die Wellfeder 32 kann auch auf der Seite der Statorstäbe 22, 24 angeordnet sein, wenn sie mit einer zusätzlichen halbleitenden Eigenschaft und einer vergrösserten Abmessung versehen ist, wobei sie in diesem Fall als Seitenwellfeder bezeichnet werden kann.

[0033] Fig. 3 zeigt eine Querschnittsdarstellung einer herkömmlichen Statornut. Der Stator 40 kann einen Stator Kern 42 enthalten und ist Teil einer dynamoelektrischen Maschine oder elektrischen Maschine, beispielsweise eines Motors oder eines Generators. Der Stator Kern 42 enthält mehrere radial verlaufende Statornuten 44 zur Aufnahme von Statorstäben 46 und 48. Es wird erkannt, dass sich der Stator Kern 42 um eine Mittelachse herum erstreckt und dass sich die Statornuten 44 ebenso wie die Statorstäbe 46 und 48 in Längsrichtung parallel zu dieser Achse und allgemein in eine Richtung radial nach innen erstrecken. In der dargestellten Form halten die Seitenwellfedern 50 und 52 die Statorstäbe 46, 48 fest gegen die gegenüberliegenden Seiten der Statornuten 44 gedrückt. Die Seitenwellfedern 50 und 52 können auch durch eine der Wellfedern 100 (Fig. 4–7) ersetzt werden, wie sie weiter unten ausführlicher beschrieben sind. Ein radialer Freiraum in den Statornuten 44 kann von radialen Füllungen 60 eingenommen werden. Eine obere Rückhalteanordnung 62 enthält Statorkeile 64, die sich in Längsrichtung entlang eines radial inneren Abschnitts der Statornuten 44 erstrecken, wobei ihre lateralen Ränder in geformten Einkerbungen oder Schwalbenschwänzen 66, die in den Statornuten 44 ausgebildet sind, untergebracht sind, und eine obere Wellfeder 68, die zumindest zum Teil innerhalb der Statornut 44 angeordnet wird, so dass die obere Wellfeder 68 an mindestens eine Nutfüllung 70 angrenzt. Dann wird die obere Wellfeder 68 unter Verwendung mehrerer Stator-Keilschieber 72 und Statorkeile 64 in der Statornut 44 gesichert. Die obere Wellfeder 68 kann auch durch eine der Wellfedern 100 ersetzt werden, die weiter unten ausführlicher beschrieben sind.

[0034] Eine Wellfeder 100 gemäss Ausführungsformen der Erfindung ist in den Fig. 4–6 dargestellt. Fig. 4 zeigt eine Querschnittsdarstellung, und Fig. 5 und 6 zeigen Draufsichten auf einige alternative Ausführungsformen. Es wird auf Fig. 4 Bezug genommen, wo eine Wellfeder 100 einen Körper 102, einschliesslich eines mittleren Abschnitts 104 mit einer im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche 106, aufweist. Im Wesentlichen enthält der sinusförmige Abschnitt 106 eine Anzahl von im Wesentlichen gleichmässig beabstandeten Vertiefungen oder Tälern 110 und Erhöhungen bzw. Wellen-

bergen 108. Im Gegensatz zu herkömmlichen Wellfedern 50, 52, 68 (Fig. 3) enthält die Wellfeder 100 einen im Wesentlichen planaren Endabschnitt 120, der von jedem Ende 122, 124 des mittleren Abschnitts 104 ausgeht. Jeder planare Endabschnitt 120 kann sich über eine Länge erstrecken, die so eingerichtet ist, dass sie einen Abrieb der Wellfeder an benachbarten Wicklungsstäben und dem Stator Kern verhindert. Zum Beispiel kann sich für eine Wellfeder 100 von ungefähr 365 bis 427 Zentimetern (cm) (ungefähr 12 bis 14 Fuss Länge) jeder Endabschnitt 120 über ungefähr 30–61 cm (ungefähr 1–2 Zoll) erstrecken. Andere Abmessungen können auch möglich sein. Ausserdem können eine Wellenlänge des sinusförmigen Abschnitts 104, d.h. der Abstand zwischen den Wellenbergen 108, die Anzahl der Wellenberge/Täler und die Amplitude A so ausgewählt werden, dass sie für eine jeweilige Stator Konfiguration passen. In einer Ausführungsform werden mindestens 4 Sätze von Wellenbergen und Tälern verwendet, wobei jeder Wellenzyklus ungefähr 60 cm (2,4 Zoll für die Seitenwellfeder) oder 30 cm (1,2 Zoll für die obere Wellfeder) ist; jedoch können die Zahl, die Wellenlänge und die Amplitude einer vollständigen Welle (Wellenberg zu Tal zu benachbartem Wellenberg) abhängig von der Anwendung und den Nutabständen variiert werden. In einer Ausführungsform kann jeder im Wesentlichen planare Endabschnitt 120 abgerundete Ränder oder Ecken 124 aufweisen, jedoch ist dies nicht in jedem Fall nötig. Wenn er beispielsweise in der Mitte der Nut angeordnet wird, wo die mögliche laterale Bewegung des Stabes weniger wahrscheinlich und unbedeutend ist, ist es nicht unbedingt nötig, dass der Rand der planaren Endabschnitte 120 gerundet ist.

[0035] Wie in Fig. 4 dargestellt ist, weist in einer Ausführungsform die im Wesentlichen sinusförmige Oberfläche 106 eine Amplitude A auf, die sich entlang einer ersten Achse (entlang der Länge des Körpers 102) erstreckt, und jeder im Wesentlichen planare Endabschnitt 120 erstreckt sich im Wesentlichen von der im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche 106 ausgehend von einer Stelle mit mittlerer Amplitude (A/2) der im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche 106. Auf diese Weise weisen die Endabschnitte 120 gleiche Abstände innerhalb der Amplitude A auf, wodurch die Endabschnitte 120 innerhalb eines Raumes zwischen beispielsweise, wie in Fig. 3 dargestellt, dem Stator Kern 42 und den Statorwicklungen 46, 48 oder der Statornutfüllung 70 und den Statorkeilschiebern 72 äquidistant angeordnet sind. Infolgedessen ermöglichen die Endabschnitte 120 eine Kompression auf den herkömmlichen Grad von 75% oder mehr, und sie machen es möglich, dass der Endabschnitt 120 die Oberfläche des Statorstabs gleichmässig berührt. Die im Wesentlichen planaren Endabschnitte 120 haben die Wirkung, dass sie die Wahrscheinlichkeit dafür, dass der wellige Rand einer Seitenwellfeder tief in die Oberflächen des Statorstabs einschneidet, im Wesentlichen eliminieren. Infolgedessen wird eine Beschädigung des Statorstabs durch eine Wellfeder eliminiert, während alle Rückhalteigenschaften einer Wellfeder beibehalten werden.

[0036] Wie in Fig. 4 dargestellt ist, kann der Körper 102 mehrere Schichten 128 aufweisen. Die Schichten 128 können jeweils Glasfasern enthalten. Zum Beispiel kann der Körper 102 unter anderem einen mit Novalac-Epoxid imprägnierten halbleitenden E-Glas-Verbundwerkstoff enthalten, so dass er eine hohe Wärmebeständigkeit (z.B. eine Glasübergangstemperatur T_g von ungefähr 150–210 °C) aufweist. Das Glas kann beispielsweise unidirektionale Glasfasern von elektrischer Güte (E-Glas), Kohle-Glasfasern oder ein Aluminiumborsilikatglas mit weniger als 1 Gew.-% Alkalioxiden oder andere herkömmliche Formen von Materialien enthalten. In einer Ausführungsform können die Schichten 128 jeweils mehrere Lagen 130 (Fig. 7) aus Glas aufweisen, wobei jede Lage zwei Bündel des Glases aufweist, die im Wesentlichen senkrecht zueinander angeordnet sind. Zum Beispiel, und wie schematisch in Fig. 7 dargestellt ist, sind drei Glasbündel gezeigt, die über die Seite verlaufen (oben, in der Mitte, unten), und die anderen drei verlaufen in die Seite hinein und aus der Seite heraus (andere drei Schichten). In einer Ausführungsform kann der Körper 102 auch eine Kohle-Glasfaserschicht 132 über dem mit Epoxid imprägnierten halbleitenden E-Glas-Verbundwerkstoff aufweisen. Der Körper 102 kann gegossen oder auf andere Weise in die hierin offenbarte Gestalt geformt worden sein.

[0037] Das äussere Bündel in einer Lage (130 oben, unten) ist auf ähnliche Weise angeordnet, was eine Glasrichtung GD, d.h. die Richtung der Glasfasern in den äusseren Bündeln der Schichten 128 anzeigt. Die Glasrichtung GD ist in den Zeichnungen (Fig. 5–14) mit einer gestrichelten Linie, die über der Struktur liegt, angezeigt. In den Fig. 5, 6 und 8 ist der Körper 102 angedeutet, wie er sich in einer Längsrichtung LD erstreckt. Wie in den Fig. 5, 6 und 8 ferner durch durchgezogene Linien dargestellt ist, die über der Struktur liegen, weist die im Wesentlichen sinusförmige Oberfläche mehrere Wellenberge 108 (Fig. 4) und Täler 110 (Fig. 4) auf, die sich in einer Wellenberg/Tal-Richtung RD erstrecken. Die durchgezogene Linie für die Anordnung der Wellenbergrichtung RD und die gestrichelte Linie für die Anordnung der Glasrichtung GD wird durch die in Fig. 9–14 schematisch dargestellten alternativen Ausführungsformen beibehalten. In diesen Figuren erstreckt sich die Längsrichtung des Körpers über die Seite.

[0038] Fig. 5 und 6 zeigen Ausführungsformen einer Wellenbergrichtung RD gegen eine Glasrichtung GD und eine Längsrichtung LD, und Fig. 8–14 zeigen ähnliche oder alternative Ausführungsformen.

[0039] In den Fig. 6, 8, 11 und 12 sind die Längsrichtung LD (die Länge des Körpers 102) und die Wellenbergrichtung RD (durchgezogene Linien) im Wesentlichen senkrecht. In Fig. 6 ist die Glasrichtung GD (gestrichelte Linie, wegen der Übersichtlichkeit ist nur eine Linie dargestellt) im Wesentlichen parallel zu der Längsrichtung LD angeordnet. In den Fig. 8 und 11 ist die Glasrichtung GD (gestrichelte Linie) unter einem Winkel anders als im Wesentlichen senkrecht oder im Wesentlichen parallel zur Wellenbergrichtung RD (durchgezogene Linie) angeordnet, z.B. unter ungefähr plus oder minus 30° bis 60° und vorzugsweise ungefähr +/-45°. In Fig. 12 verläuft die Glasrichtung GD im Wesentlichen parallel zu der Wellenbergrichtung RD.

[0040] In den Fig. 5, 9, 10, 13 und 14 ist die Wellenrichtung RD (durchgezogene Linien) unter einem Winkel anders als im Wesentlichen senkrecht zu der Längsrichtung LD, z.B. zwischen ungefähr plus oder minus (+/-)30° bis 60° und vorzugsweise ungefähr +/-45°, angeordnet. In Fig. 13 ist die Glasrichtung GD (gestrichelte Linien) unter einem Winkel im

Wesentlichen senkrecht zu der Längsrichtung LD angeordnet. In Fig. 10 verläuft die Glasrichtung GD (gestrichelte Linien) im Wesentlichen parallel zu der Längsrichtung LD. In den Fig. 5, 9 und 14 ist die Glasrichtung GD (gestrichelte Linie) ebenfalls unter einem Winkel anders als im Wesentlichen senkrecht oder im Wesentlichen parallel zu der Längsrichtung LD angeordnet, z.B. unter ungefähr plus oder minus 30° bis 60° und vorzugsweise ungefähr $\pm 45^\circ$. Fig. 5 und 9 zeigen im Wesentlichen die gleiche Ausführungsform.

[0041] Nun wird auf Fig. 15 Bezug genommen, die zeigt, dass sich in einer alternativen Ausführungsform eine Opfer-Verschleissplatte 140 entlang des Körpers 102 erstrecken kann, um für eine weitergehende Beständigkeit gegen einen Verschleiss der Wellfeder 100 zu sorgen. Eine einzelne Opfer-Verschleissplatte 140, welche die gleiche Länge aufweist wie eine einzelne Wellfeder, kann aus dem gleichen Material wie die Wellfeder 100 bestehen. Die Opfer-Verschleissplatte 140 kann mit dem Körper 102 integral ausgebildet sein, z.B. kann sie an der Wellfeder 100 befestigt oder angeheftet oder angeformt sein. In einer anderen Ausführungsform, die in Fig. 16 dargestellt ist, muss nicht jeder im Wesentlichen planare Endabschnitt 120, der von der im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche 106 ausgeht, an einer Stelle ungefähr mit der mittleren Amplitude der im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche geformt sein, um in einen herkömmlichen Formprozess zu passen.

[0042] Die hierin beschriebene Wellfeder 100 wird typischerweise als Seitenwellfeder verwendet (z.B. um die Wellfedern 50, 52 in Fig. 3 zu ersetzen). Jedoch kann die Struktur auch mit einer Abmessungsänderung und unter Beseitigung einer halbleitenden Eigenschaft auf eine obere Wellfeder (z.B. 68 in Fig. 3) anwendbar sein.

[0043] Es wird auf Fig. 3–6 Bezug genommen, worin eine Wellfeder 100 gemäss Ausführungsformen der Erfindung in Kombination mit einer elektrischen Maschine 10 (Fig. 1) mit einem Rotor und einem Stator verwendet werden kann. Wie in Bezug auf Fig. 3 beschrieben ist, kann der Stator einen Stator Kern 42 mit mehreren Statornuten 44 und mehreren Statorstäben 46 aufweisen, die im Wesentlichen innerhalb der mehreren Statornuten 44 enthalten sind. Die Wellfeder 100 kann zwischen mindestens einem von den mehreren Statorstäben 46, 48 und dem Stator Kern 42 angeordnet sein. Die Wellfeder kann wegen der starken lateralen Bewegungskraft in der Nähe des Nutaustritts in der Nähe des Endes der Nut entlang der Länge des Statorstabs dicht und in der Mitte der Nut weniger dicht angeordnet sein, wo herkömmliche Wellfedern auch in Kombination angewendet werden können.

[0044] Bezug nehmend auf Fig. 17 ist in einer anderen Ausführungsform der Erfindung ein Statorstab 200 mit einer Armierungsschicht 202 versehen, die eine im Vergleich zu herkömmlichen Systemen erhöhte Abriebbeständigkeit bereitstellt. Der Statorstab 200 weist einen Statorstabs Kern 204 aus beispielsweise einer isolierten Roebel-Kupferstrangpackung oder einem anderen geeigneten Material auf. Eine halbleitende Schicht 206 ist um den Statorstabs Kern 204 herum vorgesehen. Die halbleitende Schicht 206, die als interne Gitterschicht bezeichnet werden kann, kann beispielsweise ein Glasband von elektrischer Güte enthalten, das mit einem thermoplastischen Harz imprägniert ist, dessen spezifischer Widerstand nicht unter 10.000 Ohm pro Quadrat liegen sollte. Eine Isolierschicht 208 kann vorgesehen sein, die z.B. über die halbleitende Schicht 206 gewickelt ist. Die Isolierschicht 208 kann beispielsweise ein hoch-hitzebeständiges, mit Epoxidharz imprägniertes Glimmerband enthalten, dessen Glasübergangstemperatur mindestens 120°C und vorzugsweise mindestens mehr als 135°C beträgt, wenn es ordnungsgemäss gehärtet und verdichtet ist. Eine halbleitende Armierungsschicht 202 ist um die Isolierschicht 208 herum vorgesehen und enthält im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen einen hoch-hitzebeständigen mit Novalac-Epoxidharz imprägnierten Glas-Verbundwerkstoff. Der behänderte Statorstab wird dann in einem Verfahren, das dem Fachmann bekannt ist, unter Verwendung eines Temperaturprofils gehärtet, das ausreicht, um das gesamte Statorstabisoliersystem auf den optimalen Härtegrad zu härten, was anhand der Glas- (oder Erweichungs-) Übergangstemperatur gemessen wird. Durch die Verwendung des hoch-hitzebeständigen und härteren, mit Novalac-Epoxidharz imprägnierten Glas-Verbundwerkstoffs weist die Armierungsschicht 202 eine Shore-D-Härte von mehr als ungefähr 92 auf, was ausreichen kann, um einem Verschleiss durch die Wellfeder zu widerstehen, und sie ist härter als herkömmliche Armierungsschichten, die mit relativ wenig hitzebeständigem, mit Epoxid imprägniertem Glasband hergestellt sind, dessen Glasübergangstemperatur unter 90°C oder sogar unter 70°C liegen kann. Ausserdem erhöht die Materialzusammensetzung die Wärmebeständigkeit der Armierungsschicht 202, z.B. erhöht sie die Glasübergangstemperatur über oder nahe auf eine Temperatur des Statorstabs Kerns 204 (z.B. liegt die typische Generatorbetriebstemperatur bei ungefähr $110\text{--}135^\circ\text{C}$) oder nahe auf diejenige einer Wellfeder. Die Zusammensetzung eines solchen Novalac-Epoxidüberzugs kann eine Kombination aus zwei oder drei Epoxiden sein, die auf epoxidiertem Novalac-Harz von Dow Chemicals und flüssigem Bisphenol-A-Epoxid von Momentive basiert. Die kleine Menge an organischen Lösungsmitteln, wie Toluol, MEK, Aceton, kann vorhanden sein, um die Herstellung des Armierungsbandes zu erleichtern, aber der Lösungsmittelrückstand kann zu vernachlässigen sein, nachdem das Armierungsband zum Behändigen des Statorstabs hergestellt worden ist. Die Vernetzungs- und Katalysatorpackung kann solche mit einer hydroxylhaltigen Verbindung mit Katalysator-Aluminiumacetoacetat enthalten. Infolgedessen kann der Verschleiss an der Statorstaboberfläche unter Betriebsbedingungen deutlich verringert sein. Nach seiner Positionierung, wie in Fig. 3 dargestellt, würde der Statorstab 200 an eine Wellfeder 100 angrenzen.

[0045] In einer anderen Ausführungsform kann ein abriebbeständiger Inhaltsstoff, beispielsweise ein Silikonzusatz, in die Zusammensetzung des Harzüberzugs, der die Armierungsschicht 202 bildet, hinzugegeben werden, um ihren Oberflächenreibungskoeffizienten auf einen Grad zu senken, der den Verschleiss verringert, aber keine Vibration oder Migration der Wellfeder aus der Nut bewirkt.

[0046] In einer anderen Ausführungsform, die in Fig. 17 dargestellt ist, kann eine Armierungsschicht 302 um die Isolierschicht 208 herum vorgesehen sein, wobei die Armierungsschicht 302 ein flexibles, elektrisch halbleitendes, keramisches,

im Wesentlichen U-förmiges Rohr oder Element 304 (das von der verlängerten Linie 306 geteilt gezeigt ist) aufweist, das passend zu der Form einer Oberfläche der Isolierschicht und der Ecken eines Statorstabs eingerichtet ist. Zwei Elemente 304 würden um jeden Statorstab herum angeordnet werden, um eine vollständige Schicht zu bilden. Die Armierungsschicht 302 kann aus einem flexiblen, im Wesentlichen U-förmigen Rohrmaterial bestehen, das so eingerichtet ist, dass es der Form einer Oberfläche der Isolierschicht 208 entspricht. In dieser Ausführungsform kann die Armierungsschicht 302 ein elektrisch halbleitendes und hoch wärmeleitendes «flexibles keramisches Rohrmaterial» (beispielsweise eine Zusammensetzung auf Aluminiumoxidbasis und ihre Kombination, die es flexibel macht), aufweisen, das sich an die Form der Isolierschicht anpasst, so dass, wenn der dünne, aber flexible keramische armierte Stab in die Nut eingebracht wird (nach einer Härtung im Mischtank) das Stabisoliersystem gut gegen jede Art von Verschleiss geschützt ist. Diese U-förmige keramische Armierungsschicht 302 kann ein integraler Bestandteil der Isolierschicht 208 sein, oder sie kann ein separates Kit sein und während des Statorstabeinführungsprozesses angebracht werden. Obwohl sie in der Darstellung die Isolierschicht 208 vollständig umgibt, kann sich die U-förmige keramische Armierungsschicht auch nur zum Teil um die Isolierschicht 208 herum erstrecken, z.B. innerhalb nur eines einzelnen U-förmigen Elementes mit einem offenen oberen Ende. Die durch dieses dünne, formfolgende U-förmige Rohr hinzugefügte Dicke kann die Nutlücke gross genug lassen, um die Seitenwellfeder aufzunehmen, wenn diese zwischen dem Statorstab und dem Stator Kern in der Nut zusammengedrückt wird. Die Länge des U-förmigen Keramikrohrs muss nicht gleich der Länge der gesamten Nut sein. Die Länge des keramischen Rohrs kann der Länge von nur einer oder zwei Seitenwellfedern entsprechen, und es kann in der Nähe beider Enden einer Nut angeordnet sein, dort wo die laterale Bewegung eines Stators stark sein kann.

[0047] Die hierin verwendete Terminologie dient lediglich dem Zweck der Beschreibung von bestimmten Ausführungsformen und soll die Offenbarung nicht beschränken. Wie hierin verwendet, sollen die Singularformen «ein, eine» und «der, die, das» auch die Pluralformen enthalten, solange der Kontext nicht deutlich etwas anderes angibt. Ferner ist zu beachten, dass die Begriffe «aufweist» und/oder «aufweisend», wenn sie in dieser Beschreibung verwendet werden, das Vorhandensein von angegebenen Merkmalen, ganzen Zahlen, Operationen, Elementen und/oder Komponenten angeben, aber das Vorhandensein oder die Hinzufügung eines bzw. einer oder mehrerer Merkmale, ganzer Zahlen, Schritte, Operationen, Elemente, Komponenten und/oder Gruppen davon nicht ausschliessen.

[0048] Die entsprechenden Strukturen, Materialien, Handlungen und Äquivalente aller Einrichtungen oder Schritteplus-Funktionselemente in den nachstehenden Ansprüchen sollen jegliche(s) Struktur, Material oder Handlung zur Durchführung der Funktion in Kombination mit anderen beanspruchten Elementen, wie ausdrücklich beansprucht, enthalten. Die Beschreibung der vorliegenden Offenbarung wurde für die Zwecke der Erläuterung und Beschreibung angegeben, soll aber nicht abschliessend oder auf die Offenbarung in der offenbarten Form beschränkt sein. Viele Modifikationen und Änderungen, die nicht vom Umfang und Gedanken der Offenbarung abweichen, werden für einen Fachmann offenkundig sein. Die Ausführungsform wurde gewählt und beschrieben, um die Grundlagen der Offenbarung und die praktischen Anwendungen bestmöglich zu beschreiben und um andere Fachleute in die Lage zu versetzen, die Offenbarung im Hinblick auf verschiedene Ausführungsformen mit verschiedenen Modifikationen, wie sie für den jeweiligen geplanten Verwendungszweck passend sind, zu verstehen.

[0049] Eine Wellfeder 100 weist einen Körper 102 auf, der einen mittleren Abschnitt 104, 104 mit einer im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche 106 und einen im Wesentlichen planaren Endabschnitt 120, der von jedem Ende 122, 124 des mittleren Abschnitts 104, 104 ausgeht, aufweist. Ein Statorstab 200 kann eine Armierungsschicht 202, 302 aufweisen, die einen mit einem Novalac-Epoxidharz imprägnierten Glas-Verbundwerkstoff enthält.

TEILELISTE

[0050]

Elektrische Maschine	10
Statornuten	12
Kern	16
Öffnung	18
Stator	20
jede Statornut	21
unterer Statorstab	22
oberer Statorstab	24
Nutfilter	26, 28
Wellfeder	100

Statorkeilschieber	34, 70
Statorkeile	36
Pfeil	38, 40
Stator kern	42
erweiterte Statornuten	44
Statorstabaufnahmen	46, 48
Seitenwellfedern	50, 52
radiale Füllungen	60
obere Rückhalteanordnung	62
Schwalbenschwänze	66
obere Wellfeder	68
Nutfüllung	70
Statorkeilschieber	72
Körper	102
mittlerer Abschnitt	104
sinusförmige Oberfläche	106
Wellenberge	108
Täler	110
Endabschnitt	120
Ende	122, 124
Schichten	128
Opfer-Verschleissplatte	140
Statorstab	200
Armierungsschicht	202, 302
Statorstabkern	204
halbleitende Schicht	206
Isolierschicht	208
Element	304

Patentansprüche

1. Wellfeder (100), die aufweist:
einen Körper (102), der einen mittleren Abschnitt (104) mit einer im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche (106) und einen im Wesentlichen planaren Endabschnitt (120), der von jedem Ende (122, 124) des mittleren Abschnitts (104) ausgeht, aufweist.
2. Wellfeder (100) nach Anspruch 1, wobei die im Wesentlichen sinusförmige Oberfläche (106) eine Amplitude aufweist, die sich entlang einer ersten Achse erstreckt, und wobei jeder im Wesentlichen planare Endabschnitt (120) ungefähr an einer Stelle mit einer mittleren Amplitude der im Wesentlichen sinusförmigen Oberfläche (106) ausgeht.
3. Wellfeder (100) nach Anspruch 1,

CH 710 055 A2

wobei der Körper (102) mehrere Schichten (128) aufweist, die Glasfasern enthalten, die in einer Glasrichtung angeordnet sind,

wobei sich der Körper (102) in eine Längsrichtung erstreckt, und

wobei die im Wesentlichen sinusförmige Oberfläche (106) mehrere Wellenberge (108) und Täler (110) aufweist, die sich in eine Wellenbergrichtung erstrecken.

4. Wellfeder (100) nach Anspruch 3, wobei die Längsrichtung und die Wellenbergrichtung im Wesentlichen senkrecht zueinander ausgerichtet sind.
5. Wellfeder (100) nach Anspruch 3, wobei die Wellenbergrichtung unter einem Winkel anders als im Wesentlichen senkrecht zu der Längsrichtung angeordnet ist.
6. Wellfeder (100) nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Glasrichtung im Wesentlichen parallel ist zu der Wellenbergrichtung verläuft; oder
wobei die Glasrichtung unter einem Winkel anders als im Wesentlichen senkrecht oder im Wesentlichen parallel zu der Wellenbergrichtung angeordnet ist; oder
wobei die Glasrichtung im Wesentlichen parallel zu der Längsrichtung angeordnet ist.
7. Wellfeder (100) nach einem der Ansprüche 3–6, wobei die mehreren Schichten (128) mehrere Glaslagen enthalten, wobei jede Lage mindestens zwei Glasbündel enthält, die im Wesentlichen senkrecht zueinander angeordnet sind.
8. Wellfeder (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei jeder im Wesentlichen planare Endabschnitt (120) abgerundete Ränder aufweist.
9. Wellfeder (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Körper (102) einen mit Novalac-Epoxid imprägnierten halbleitenden E-Glas-Verbundwerkstoff enthält und ferner eine Kohle-Glasfaserschicht über dem mit Epoxid imprägnierten halbleitenden E-Glas-Verbundwerkstoff aufweist.
10. Wellfeder (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, die ferner eine Opfer-Verschleissplatte (140) aufweist, die sich entlang des Körpers (102) erstreckt und mit diesem integral verbunden ist.
11. Wellfeder (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Wellfeder (100) eine Seitenwellfeder (100) ist.
12. Wellfeder (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner in Kombination mit: einer elektrischen Maschine (10), die einen Rotor und einen Stator (20) aufweist, wobei der Stator (20) einen Stator Kern (42) mit mehreren Statornuten aufweist; mehreren Statorstäben (200), die im Wesentlichen innerhalb der mehreren Statornuten (12) enthalten sind; und wobei die Wellfeder (100) zwischen mindestens einem von den mehreren Statorstäben (200) und dem Stator Kern (42) angeordnet ist.
13. Wellfeder (100) nach Anspruch 12, die ferner eine Armierungsschicht (202, 302) über mindestens einem von den mehreren Statorstäben (200) aufweist, wobei die Armierungsschicht (202, 302) einen mit Novalac-Epoxidharz imprägnierten Glas-Verbundwerkstoff enthält;
wobei die Armierungsschicht (202, 302) vorzugsweise eine Shore-D-Härte von mehr als ungefähr 92 aufweist.
14. Statorstab (200), der aufweist: einen Kern des Statorstabs (200);
eine halbleitende Schicht (206), die um den Kern des Statorstabs (200) herum angeordnet ist;
eine Isolierschicht, die um die halbleitende Schicht (206) herum angeordnet ist; und
eine Armierungsschicht (202, 302), die zumindest zum Teil um die Isolierschicht herum angeordnet ist, wobei die Armierungsschicht (202, 302) einen mit einem Novalac-Epoxidharz imprägnierten Glas-Verbundwerkstoff enthält.
15. Statorstab (200), der aufweist: einen Kern des Statorstabs (200);
eine halbleitende Schicht (206) um den Kern des Statorstabs (200);
eine Isolierschicht um die halbleitende Schicht (206); und
eine Armierungsschicht (202, 302), die zumindest zum Teil um die Isolierschicht herum angeordnet ist, wobei die Armierungsschicht (202, 302) ein flexibles, keramisches, im Wesentlichen U-förmiges Rohr enthält, das eingerichtet ist, um der Form einer Oberfläche der Isolierschicht zu entsprechen.

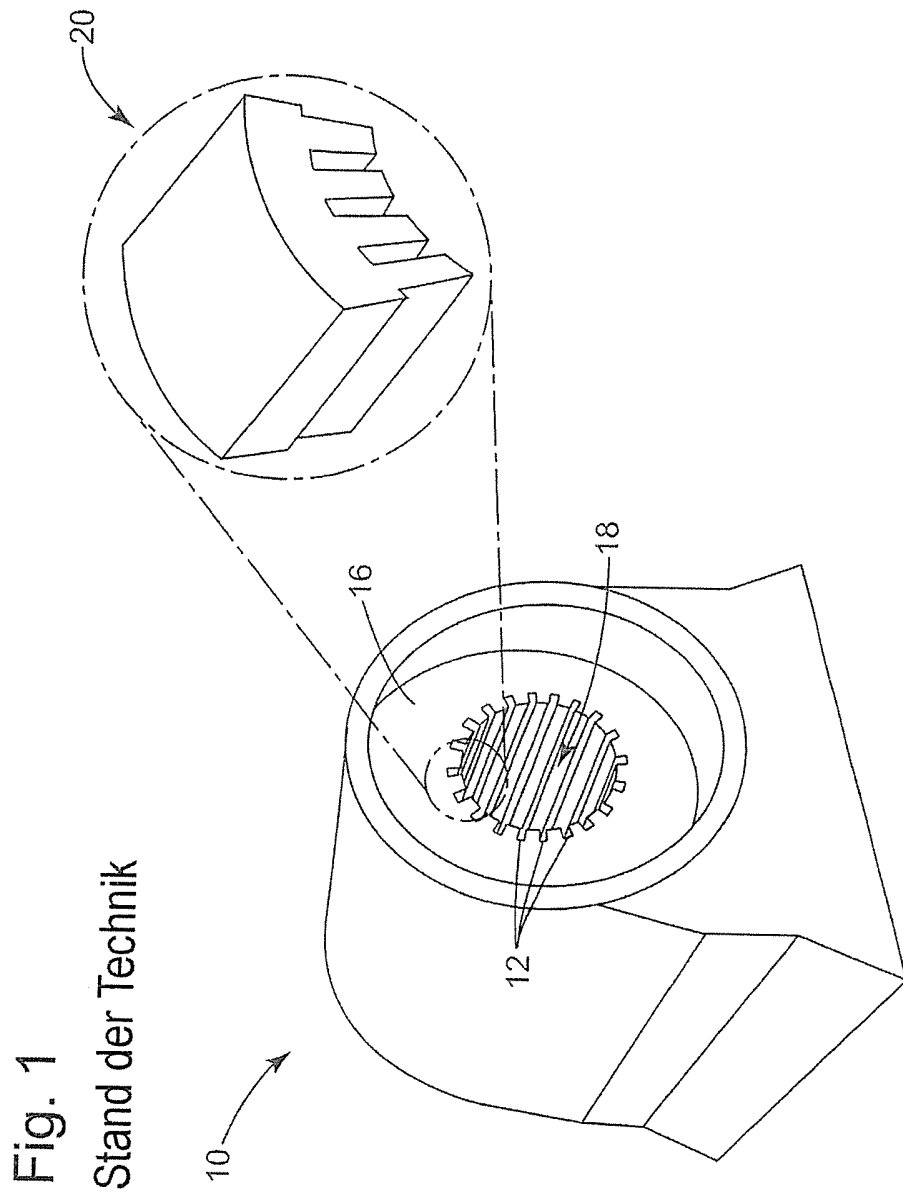


Fig. 2
Stand der Technik

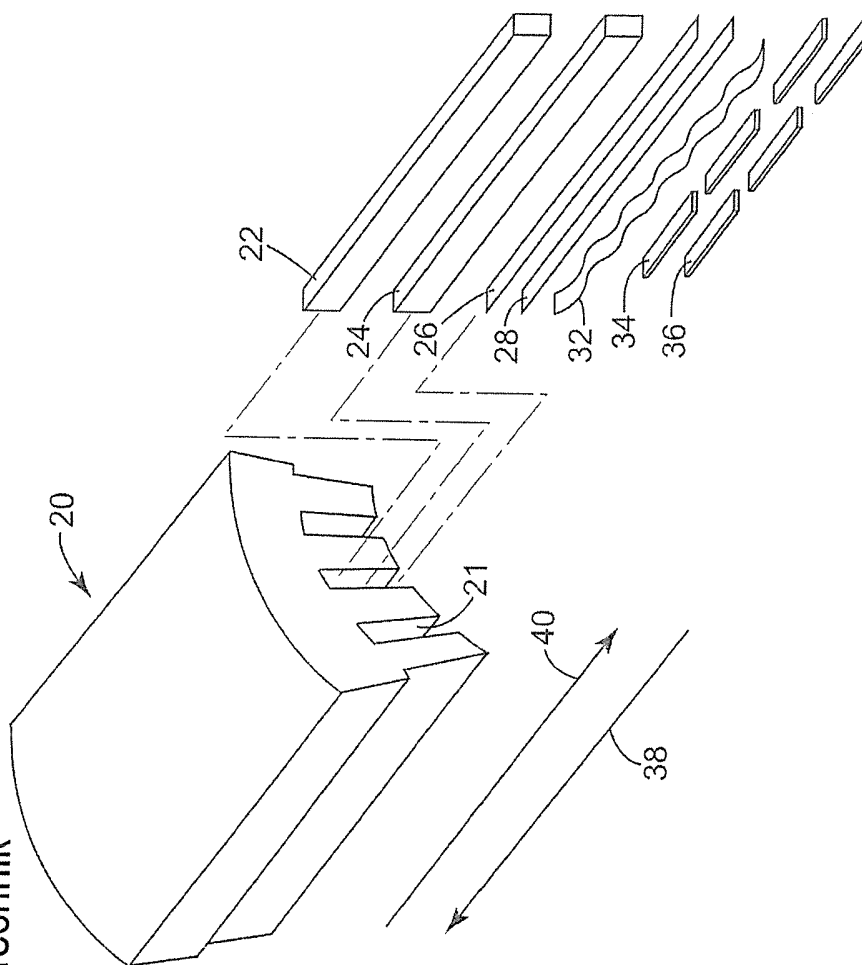


Fig. 3
Stand der Technik

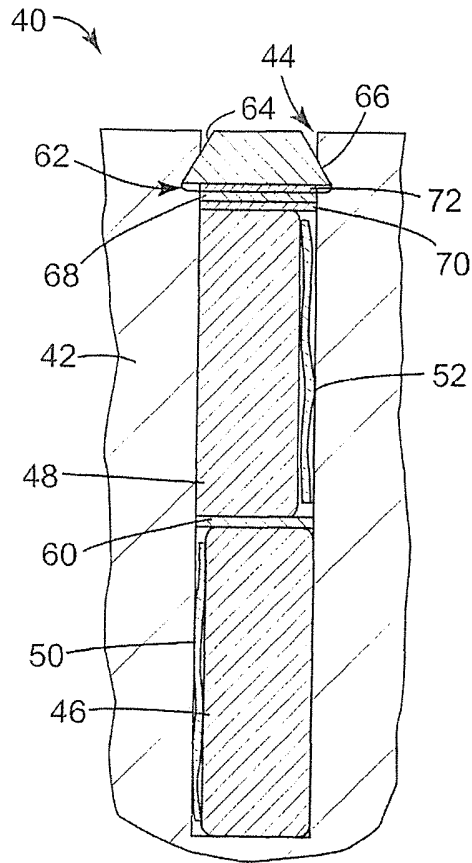


Fig. 4

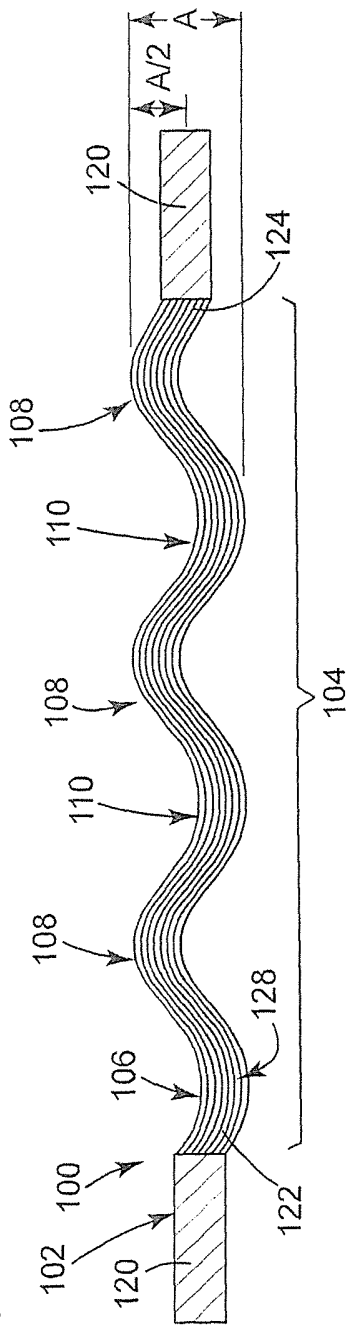


Fig. 5

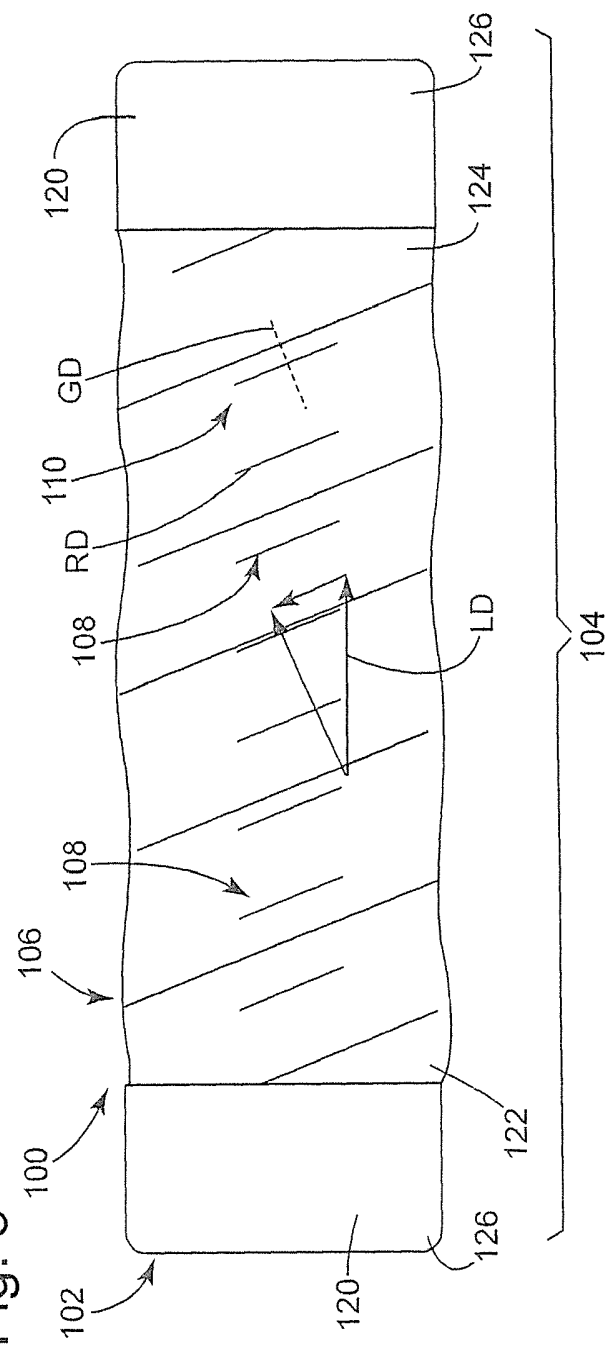


Fig. 6

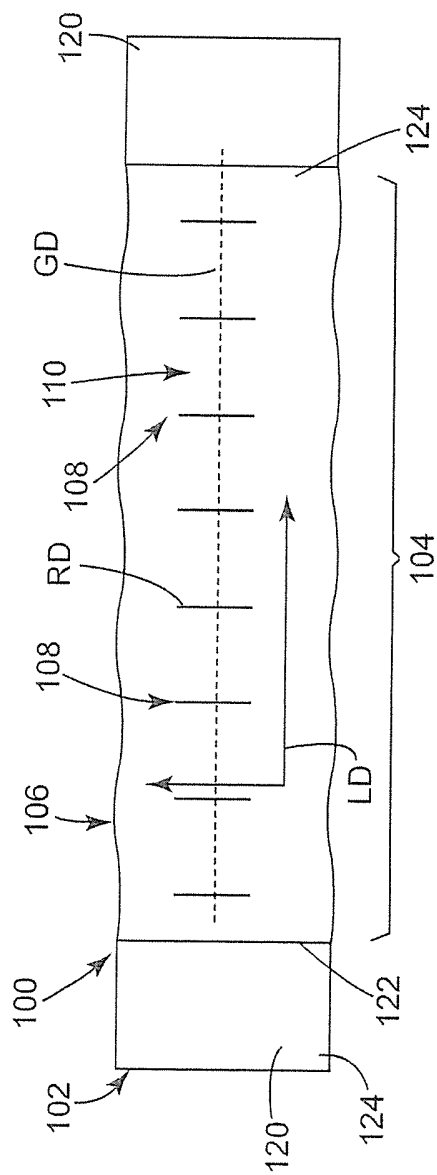


Fig. 7

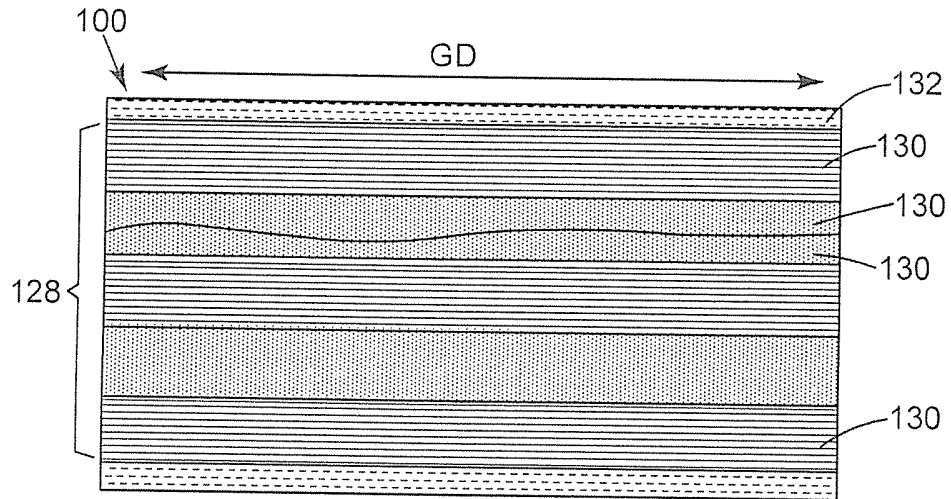


Fig. 8

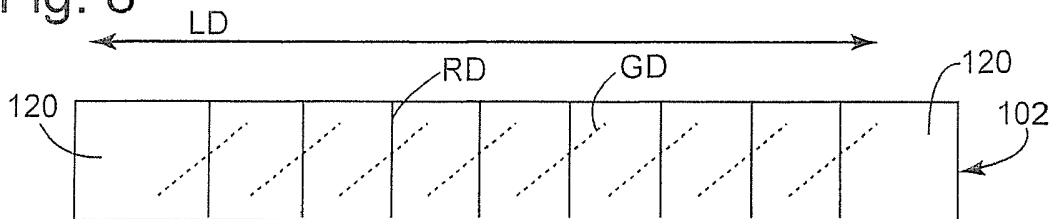


Fig. 9

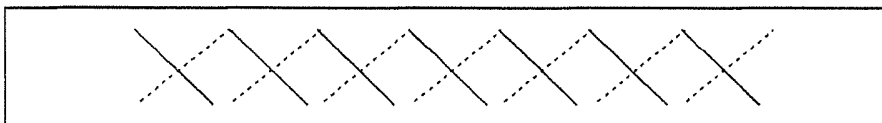


Fig. 10

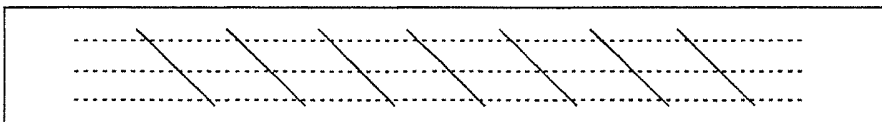


Fig. 11

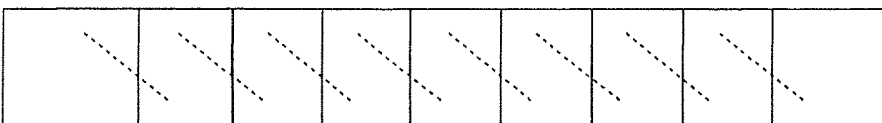


Fig. 12

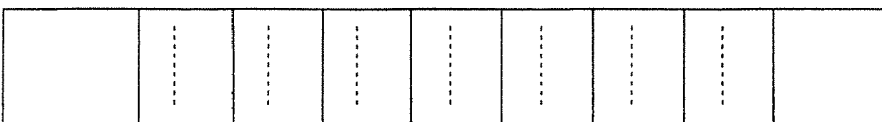


Fig. 13

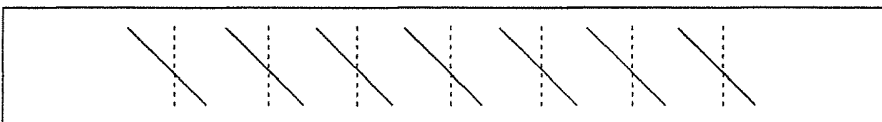


Fig. 14

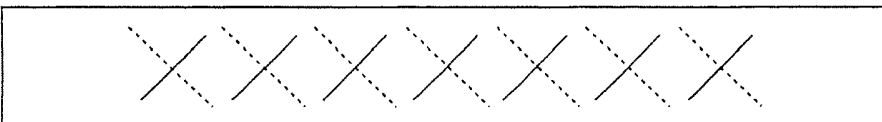


Fig. 15

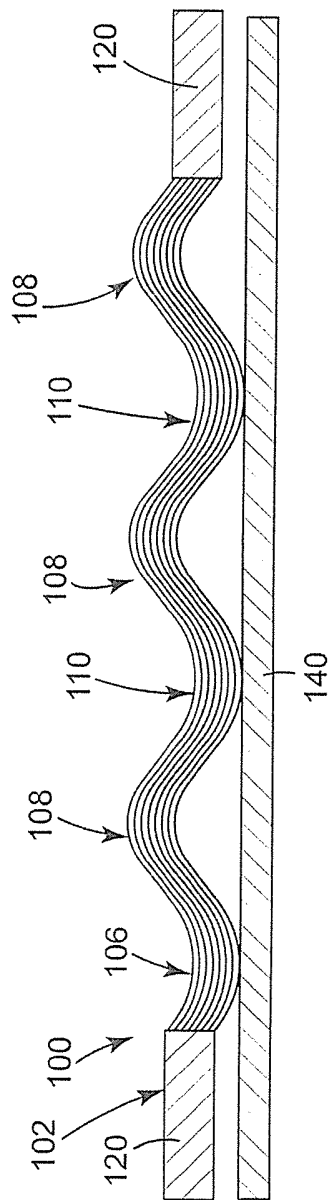


Fig. 16

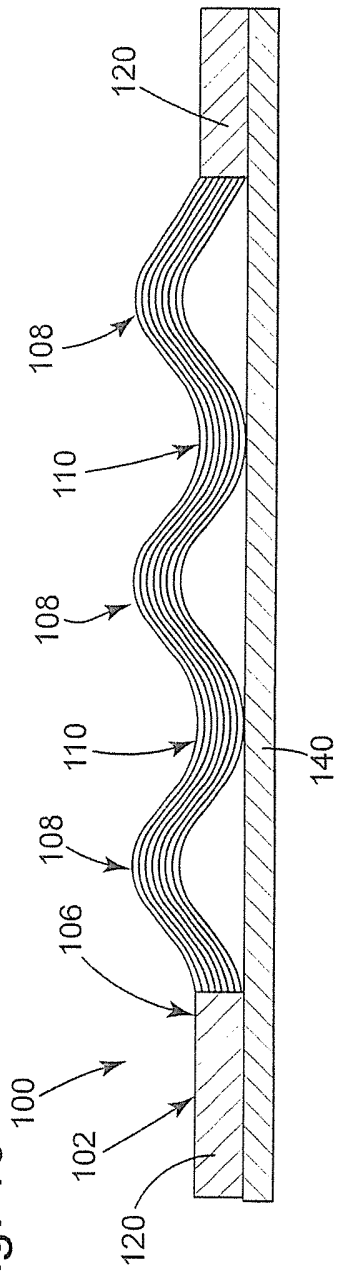


Fig. 17

