(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. August 2012 (23.08.2012)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/110532 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 13/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/052543

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Februar 2012 (15.02.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 000 773.3
16. Februar 2011 (16.02.2011) DE
10 2011 050 770.1 31. Mai 2011 (31.05.2011) DE
10 2011 053 691.4
16. September 2011 (16.09.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **MAX BÖGL BAUUNTERNEHMUNG GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Max-Bögl-Straße 1, 92369 Sengenthal (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BÖGL, Stefan** [DE/DE]; Sportheimstraße 20, 92369 Sengenthal (DE).

(74) Anwalt: **BERGMEIER, Werner**; Canzler & Bergmeier, Friedrich-Ebert-Straße 84, 85055 Ingolstadt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: STATOR STACK, SUPPORTING MAGNET AND LINEAR MOTOR OF A VEHICLE OF A MAGNETIC-LEVITATION TRANSPORT SYSTEM

(54) **Bezeichnung** : STATORPAKET, TRAGMAGNET UND LINEARMOTOR EINES FAHRZEUGES EINER MAGNETSCHWEBEBAHN

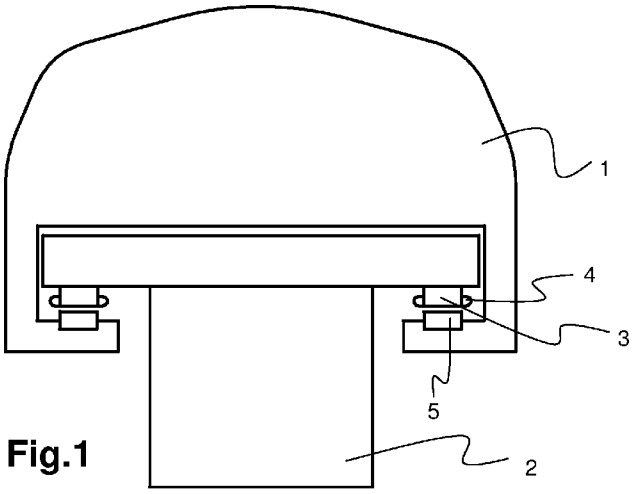


Fig.1

(57) **Abstract**: A stator stack for a linear motor of a vehicle (1) of a magnetic-levitation transport system with a driving and supporting function can be fastened to a travel path and comprises a large number of stator laminations (16) running in the longitudinal direction of the stator stack (3). Said stator stack has a plurality of slots (7) running parallel to one another for accommodating windings (4). The slots (7) in the stator stack (3) have at least a skew angle and have an angled profile in the form of an arrow. A corresponding supporting magnet can be fastened to the vehicle (1) and comprises a large number of pole cores (17) and pole bridges (18) running in the longitudinal direction of the vehicle (1). The interspaces between successive pole cores (17) form slots (19) running parallel to one another for accommodating coils (20'). The slots (19) and/or the coils (20') in the supporting magnet (5) have at least one skew angle and have an angled profile in the form of an arrow. A linear motor has corresponding stator stacks (3) and/or supporting magnets (5).

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/110532 A2

TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Ein Statorpaket für einen Linearmotor eines Fahrzeuges (1) einer Magnetschwebebahn mit Antriebs- und Tragfunktion ist auf einem Fahrweg befestigbar und ist aus einer Vielzahl von in Längsrichtung des Statorpaketes (3) verlaufenden Statorblechen (16) zusammengesetzt. Es weist mehrere parallel zueinander verlaufende Nuten (7) zur Aufnahme von Wicklungen (4) auf. Die Nuten (7) in dem Statorpaket (3) weisen zumindest einen Schrägungswinkel auf und verlaufen pfeilformig abgewinkelt. Ein entsprechender Tragmagnet ist an dem Fahrzeug (1) befestigbar und ist aus einer Vielzahl von in Längsrichtung des Fahrzeuges (1) verlaufenden Polkernen (17) und Polbrücken (18) zusammengesetzt. Die Zwischenräume zwischen aufeinanderfolgenden Polkernen (17) bilden parallel zueinander verlaufende Nuten (19) zur Aufnahme von Spulen (20'). Die Nuten (19) und/oder die Spulen (20') in dem Tragmagneten (5) weisen zumindest einen Schrägungswinkel auf und verlaufen pfeilformig abgewinkelt. Ein Linearmotor weist entsprechende Statorpakete (3) und/oder Tragmagnete (5) auf.

Statorpaket, Tragmagnet und Linearmotor eines Fahrzeuges einer Magnetschwebebahn

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Statorpaket sowie einen Tragmagneten für einen Linearmotor eines Fahrzeuges einer Magnetschwebebahn mit Antriebs- und Tragfunktion, wobei das auf einem Fahrweg befestigbare Statorpaket aus einer Vielzahl von in Längsrichtung des Statorpaketes verlaufenden Statorblechen zusammengesetzt ist und mehrere parallel zueinander verlaufende Nuten zur Aufnahme von Wicklungen aufweist und wobei der an dem Fahrzeug befestigbare Tragmagnet aus einer Vielzahl von in Längsrichtung des Fahrzeuges verlaufende Polkerne und Polbrücken zusammengesetzt ist, und die Zwischenräume zwischen aufeinanderfolgenden Polkernen parallel zueinander verlaufende Nuten zur Aufnahme von Spulen bilden sowie einen Linearmotor eines Fahrzeuges einer Magnetschwebebahn mit einem Tragmagneten und mit Statorpaketen.

Linearantriebe für Magnetschwebebahnen sind vielfältig bekannt. Beispielsweise ist aus der WO 2009/074128 A2 ein Trag- und Antriebssystem nach Art eines Langstatorlinearmotors beschrieben. Die Statorpakete, welche an dem Fahrweg angeordnet sind, weisen Zähne und Nuten auf. In Langsamfahrbereichen sollen die Zähne und Nuten des Langstators schräg zu den Kernen und den in diesen vorgesehenen Lineargeneratorwicklungen der Tragmagnete angeordnet sein. Diese schräge Anordnung der Zähne und Nuten ist allerdings nur im Langsamfahrbereich vorgesehen, da aufgrund der Schrägung weniger Energie des Lineargenerators erzeugbar ist, weil die Lineargeneratorwicklungen in diesem Fall immer nur Teilen der Zähne bzw. Nuten des Langstators gegenüber stehen. In den Langsamfahrbereichen ist dies ohne wesentlichen Nachteil. Die Schrägstellung soll dagegen bewirken, dass störende Schwingungen, die zu Nickmomenten führen, im Langsamfahrbereich reduziert werden. Auch wenn dies um eine Achse quer zur Längsrichtung des Linearmotors richtig sein mag, so entstehen dennoch

auch Drehmomente um eine Achse längs des Linearmotors. Hierdurch werden auch Schwingungen erzeugt, welche sowohl für den Fahrkomfort des Fahrzeuges als auch zur Lastübertragung in den Fahrwegträger störend sein können.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit störende Schwingungen durch den Linearmotor zu vermeiden.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Statorpaket, einen Tragmagneten und einen Linearmotor mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche.

Ein erfindungsgemäßes Statorpaket für einen Linearmotor eines Fahrzeuges einer Magnetschwebebahn ist aus einer Vielzahl von in Längsrichtung des Statorpaketes verlaufenden Statorblechen zusammengesetzt. Mehrere parallel zueinander verlaufende Nuten sind dabei zur Aufnahme von Wicklungen vorgesehen. Die Nuten verlaufen in dem Statorpaket derart, dass sie zumindest einen Schrägungswinkel aufweisen und pfeilförmig abgewinkelt sind. Durch die pfeilförmige Abwinkelung ist es möglich, dass die Krafteinleitung bei einer Überfahrt des Fahrzeuges bzw. bei einer Relativbewegung von dem Statorpaket zu dem quer zur Längsrichtung des Statorpaketes angeordneten Tragmagneten bzw. Läufer des Linearmotors allmählich und nicht schlagartig wie bei einer Anordnung der Nuten quer zur Längsrichtung des Linearmotors erfolgt. Das Statorpaket bzw. die Nuten können dabei so ausgeführt sein, dass ein Teil der Nut quer zur Längsrichtung des Statorpakets verläuft und der Rest der Nut abgewinkelt ist. Insgesamt ergibt die Nut somit eine pfeilförmige Abwinkelung, welche das Schwingungsverhalten bereits deutlich verbessert. Eine weitere Verbesserung lässt sich dadurch erzielen, dass die Nut derart pfeilförmig ausgebildet ist, dass die Schenkel der pfeilförmigen Abwinkelung etwa gleich ausgebildet sind und auch einen gleichen Schrägungswinkel aufweisen. Hierdurch entsteht ein Statorpaket welches an sich weitgehend frei von Drehmomenten ist und bereits hierdurch einen ruhigen Fahrbetrieb des Fahrzeuges der Magnetschwebebahn ermöglicht.

Ein erfindungsgemäßer Tragmagnet für einen Linearmotor eines Fahrzeuges einer Magnetschwebebahn mit Antriebs- und Tragfunktion ist an dem Fahrzeug befestigt und weist eine Vielzahl von in Längsrichtung des Fahrzeuges verlaufende Polkerne und Polbrücken auf. Die Zwischenräume zwischen aufeinanderfolgenden Polkernen bilden parallel zueinander verlaufende Nuten zur Aufnahme von Spulen. Die Nuten in dem Tragmagneten bzw. die darin verlegten Spulen weisen zumindest einen Schrägungswinkel auf und verlaufen pfeilförmig abgewinkelt. Durch eine derartig ausgeführte Ausbildung des Tragmagneten werden die selben Vorteile wie zuvor für das Statorpaket beschrieben erreicht. Auch hierbei erfolgt die Krafteinleitung bei einer Überfahrt des Fahrzeuges bzw. bei einer Relativbewegung von dem Statorpaket zu dem quer zur Längsrichtung des Statorpaketes angeordneten Tragmagneten bzw. Läufer des Linearmotors allmählich und nicht schlagartig wie bei einer Anordnung der Nuten quer zur Längsrichtung des Linearmotors. Die pfeilförmig abgewinkelten Nuten können bei dem Statorpaket und bei dem Tragmagneten oder aber nur bei einem von beiden Teilen des Linearmotors angeordnet sein.

Vorzugsweise verlaufen die Nuten zumindest teilweise in schräger Richtung zur Längsrichtung des Statorpaketes bzw. Tragmagneten. Hierdurch wird insbesondere bei einer Anordnung der Trag- bzw. Läufermagnete bewirkt, dass die Kanten der Läufermagnete und die Kanten der Nuten nicht schlagartig einander überlagern, sondern dass ein allmähliches Auflaufen entsteht.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Schrägungswinkel zur Längsrichtung des Statorpaketes bzw. Tragmagneten größer +/- 90° und kleiner +/-135° ist. In diesem Winkelbereich ergibt sich ein guter Kompromiss zwischen Energieübertragung und Reduzierung der gegenseitigen Kippmomente. Kräfte welche durch diese Kippmomente aufgefangen werden müssen, sind hierdurch relativ gering.

Um die Kräfte der Kippmomente in einem Statorpaket bzw. Tragmagneten zu eliminieren, ist vorgesehen, dass die Summe der Schrägungswinkel im Wesentlichen Null Grad ist. Hierdurch heben sich Kräfte, welche Drehmomente erzeugen würden, gegenseitig auf.

Vorzugsweise sind Mittel vorgesehen, um das Statorpaket an einem Fahrwegträger eines Fahrwegs befestigen zu können. Hierzu sind entweder Befestigungsnuten oder Löcher in dem Statorpaket vorhanden, in welche Befestigungseinrichtungen, wie beispielsweise Bolzen oder Nutsteine eingreifen können. Sind diese Befestigungsmittel bereits am Statorpaket vorgesehen, so erübrigen sich weitere Bauteile, welche separat zur Verfügung gestellt werden müssten.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die einzelnen Statorbleche so geformt sind, dass sie einen Querschnitt der Nut aufweisen. Ist die Nut, in welche die Wicklungen aufgenommen werden in dem einzelnen Statorblech abgebildet und werden mehrere der Statorblechen aneinandergepresst, so ergibt sich die Nut zur Aufnahme der Wicklungen. Durch ein mehr oder weniger zueinander versetztes Montieren der gleichen Statorbleche aneinander, entsteht eine Nut, welche mehr oder weniger schräg zur Längsrichtung des Statorpaketes verläuft. Auch die Stirnseiten, an welchen die Statorpakete mit einem nachfolgendem Statorpaket an den Fahrweg montiert werden, werden entsprechend dem Verlauf der Nut gebildet und passen sich an das nachfolgende Statorpaket ideal an.

Insbesondere wenn die einzelnen Statorbleche im Wesentlichen die selbe Form aufweisen und entsprechend zu pfeilförmig verlaufenden Nuten zueinander versetzt angeordnet sind, ist eine sehr einfache Herstellung der Statorpakete möglich. Es sind nahezu beliebige Formen durch die versetzte Anordnung möglich. Wesentlich ist dabei aber, dass die Wicklungen noch durch die Nut geführt und bei Bedarf entsprechend gebogen werden kann.

Vorzugsweise sind die Nuten derart pfeilförmig abgewinkelt, dass sich die darin verlegten benachbarten Wicklungen bzw. Spulen in ihrer Wirkung im Wesentlichen nahtlos aneinander reihen, insbesondere einander überlappen. Es wird hierdurch ein Antrieb geschaffen, welcher besonders ruckfrei und frei von Kippmomenten erfolgen kann.

Besonders vorteilhaft ist, wenn die Pfeilspitze der Nut im Wesentlichen mittig des Statorpaketes bzw. Tragmagneten angeordnet ist. Die Nut verläuft somit in dem Statorpakt bzw. Tragmagneten weitgehend symmetrisch zur Längsachse. Drehmomente um die Längsachse des Statorpaketes bzw. Tragmagneten erfolgen somit derart ausgeglichen, dass sie einander weitgehend aufheben.

Ein erfindungsgemäßer Linearmotor eines Fahrzeugs einer Magnetschwebebahn mit einem Tragmagneten und mit Statorpaketen, die aus einer Vielzahl von in Längsrichtung des Statorpaketes verlaufenden Statorblechen zusammengesetzt sind, weist mehrere parallel zueinander verlaufende Nuten in dem Statorpaket zur Aufnahme von Wicklungen bzw. in den Tragmagneten zur Aufnahme von Spulen auf. Die Nuten verlaufen zumindest teilweise in schräger Richtung zur Längsachse der Statorpakete bzw. Tragmagnete. Die Tragmagnete sind aus einer Vielzahl von in Längsrichtung des Fahrzeuges verlaufenden Polkernen und Polbrücken zusammengesetzt, wobei die Zwischenräume zwischen aufeinanderfolgenden Polkernen parallel zueinander verlaufende Nuten zur Aufnahme von Spulen bilden. Die Spulen sind in den Nuten pfeilförmig gewinkelt abgelegt.

Bezüglich der Länge des Tragmagneten dieses Linearmotors oder eines oder mehrerer mit diesem zusammenwirkender Linearmotoren ist die Summe der Schrägungswinkel im Wesentlichen Null. Kippmomente, welche durch schräg verlaufende Wicklungen bzw. Spulen entstehen würden, werden hierdurch gegenseitig ausgeglichen. Das Fahrzeug fährt somit besonders ruhig und die Kraftübertragung erfolgt sehr kontinuierlich und ruckfrei. Außerdem

ist die Krafteinleitung auf den Träger und das Fahrzeug, welche die Komponenten des Linearmotors tragen, ausgeglichen, sodass keine unnötigen Kräfte von dem Fahrzeug oder dem Träger beim Betrieb der Magnetschwebebahn aufgenommen werden müssen und eine Auslegung der jeweiligen Komponenten entsprechend stark erfolgen müsste.

Vorteilhafterweise sind die Nuten gemäß dem Statorpakt bzw. Tragmagneten der vorhergehenden Ansprüche abgewinkelt. Hierdurch ergeben sich die oben beschriebenen Vorteile.

Um zu vermeiden, dass Kippmomente um eine Achse quer zur Längsrichtung des Statorpaketes bzw. Tragmagneten auftreten, ist vorgesehen, dass die Schrägungswinkel der Nuten innerhalb der Länge des Tragmagneten vorzugsweise mehrfach geändert sind. Erfolgt die Änderung derart, dass ein Tragmagnet auch in Längsrichtung gesehen eine Summe von Schrägungswinkeln aufweist, welche im Wesentlichen Null ist, so ist der Antrieb auch bzgl. quer zur Längsrichtung der Linearmotoren verlaufender Drehmomente sehr ausgeglichen und ruhig.

Ist das Statorpaket nicht bereits an sich ausgeglichen bzgl. der erzeugten Drehmomente um die Längs- oder Querachse, so ist es vorteilhaft, wenn Statorpakete bzw. Tragmagnete, welche unterschiedliche Drehmomente erzeugen, aneinander gereiht werden. Ist der Tragmagnet, welcher den Statorpaketen mit unterschiedlichen Drehmomenterzeugungen zugeordnet ist, von einer Länge, welche so viele Statorpakete überdeckt, dass sich insgesamt die Drehmomente wieder aufheben, so ist hierdurch ein besonders störungsfreier und ruhiger Fahrbetrieb möglich. Je nach Ausführung der Statorpakete kann es hierbei besonders vorteilhaft sein, wenn die Tragmagnete eine geradzahlige mehrfache Länge der Statorpakte aufweisen.

Vorteilhafterweise überlappen benachbarte Statorpakete einander pfeilförmig. Hierdurch ist ein weitgehend unmerklicher Antrieb über benachbarte Statorpakete hinweg möglich.

Weitere Vorteile der Erfindung sind in den nachfolgenden Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine Prinzipskizze einer Magnetschwebebahn;

Fig. 2 eine Darstellung der Kippmomente bei schräger Verzahnung;

Fig. 3 eine Aneinanderreihung verschiedener Statorpakete;

Fig. 4 ein pfeilförmiges Statorpaket;

Fig. 5a die Aneinanderreihung pfeilförmiger Statorpakete;

Fig. 5b eine andere Aneinanderreihung pfeilförmiger Statorpakete;

Fig. 6 eine perspektivische Ansicht eines pfeilförmigen Statorpaketes;

Fig. 7a die Draufsicht auf ein pfeilförmiges Statorpaket mit Wicklung;

Fig. 7b die Vorderansicht eines Statorpaketes der Figur 7a;

Fig. 7c die Seitenansicht eines Statorpaketes gemäß Figur 7a;

Fig. 8 aneinander gereihte Statorbleche eines Statorpaketes;

Fig. 9a einen Längsschnitt durch einen Abschnitt eines Tragmagneten;

Fig. 9b die Draufsicht auf einen Abschnitt eines Tragmagneten der Figur 9a gemäß Stand der Technik und

Fig. 9c die Draufsicht auf einen Abschnitt eines Tragmagneten der Figur 9a gemäß der Erfindung.

Figur 1 zeigt eine Vorderansicht eines Beispiels einer Magnetschwebebahn. Ein Fahrzeug 1 ist an einem Träger 2 geführt. Der Träger 2 weist an der Unterseite seines Obergurtes als Teil eines Linearmotors Statorpakete 3 auf. Die Statorpakete 3 sind mit Wicklungen 4 versehen. Statorpaket 3 wirkt mit einem Tragmagnet bzw. Läufer 5 zusammen, welcher an dem Fahrzeug 1 angeordnet ist. Der Linearmotor besteht unter anderem aus dem Statorpaket 3 mit der Wicklung 4 und dem Läufer 5. Es sind Tragmagnete integriert, welche das Fahrzeug 1 in einem Schwebezustand halten und über die Linearantriebseinheit in eine Vorwärtsbewegung versetzen.

In Figur 2 ist ein Statorpaket 3 und ein Läufer 5 skizziert dargestellt. Das Statorpaket 3 weist Zähne 6 und Nuten 7 auf. Die Zähne 6 und Nuten 7 sind unter einem bestimmten Winkel zur Längserstreckung in Y-Richtung des Statorpaketes 3 angeordnet. Mit den in den Nuten 7 verlegten, hier nicht dargestellten Wicklungen wirkt der Läufer 5 zusammen. Durch die schräge Anordnung von Zahn 6 und Nut 7 und den entsprechenden Wicklungen erfährt der Läufer 5 Drehmomente in Richtung der Doppelpfeile. Dabei wird der Läufer 5 beim Überfahren des Statorpaketes 3 sowohl um eine Achse in X-Richtung als auch um eine Achse in Y-Richtung verdreht und führt zu Kräften, welche einerseits von dem Fahrzeug 1 und andererseits von dem Träger 2 aufgenommen werden müssen. Ziel der vorliegenden Erfindung ist es diese Drehmomente möglichst zu vermeiden oder zumindest in Bezug auf Auswirkungen auf das Fahrzeug 1 und den Träger 2 zu neutralisieren.

Figur 3a zeigt ein Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung, wonach die Kräfte auf das Fahrzeug weitgehend ausgeglichen werden. Dies

erfolgt einerseits dadurch, dass Statorpakete 3 verwendet werden, welche eine einfache Schränkung der Zähne 6 bzw. Nuten 7 aufweisen. Aufeinander folgende Statorpakete 3 entlang des Fahrwegs der Magnetschwebebahn weisen Schränkungen auf, welche einen zum vorhergehenden Statorpaket 3 gespiegelten Schränkungswinkel haben. Wenn der Läufer 5 eine Länge von zwei Statorpakten 3 aufweist, so ist er stets bzgl. seiner Seitenkräfte erzeugenden Drehmomente um eine Achse in X-Richtung ausgeglichen.

Weist die Magnetschwebebahn zwei parallel verlaufende Linearantriebe auf, so kann es vorteilhaft sein eine Ausführung der Schrägungswinkel gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 3b vorzusehen. Hierdurch werden Drehmomente, welche um die X-Achse des einen Linearantriebs erzeugt werden mit den den ersten Drehmomenten entgegengerichteten Drehmomenten um die X-Achse des anderen Linearantriebs ausgeglichen. Das Fahrzeug ist hierdurch besonders ruhig und komfortabel anzutreiben. Die gegenüberliegenden Statorpakete der beiden Linearantriebe weisen, obwohl die einzelnen Statorpakete lediglich eine einfache Schränkung aufweisen, zusammen eine pfeilförmige Ausgestaltung auf, wodurch kein Drehmoment um die X-Achse auf das Fahrzeug 1 einwirkt.

Es ist natürlich auch möglich und noch vorteilhafter, die innerhalb eines Linearantriebs aufeinander folgenden Statorpakete 3 bzgl. ihres Schrägungswinkels, wie in Figur 3a gezeigt, zu spiegeln, sondern auch gegenüberliegende Statorpakete zu spiegeln. Die dabei auftretenden Kräfte sind dadurch minimiert.

In Figur 4 ist eine schematische Darstellung eines Statorpaketes 3 einer anderen Ausführung gezeigt. Hierbei sind Teile der Zähne 6 bzw. Nuten 7 rechtwinklig zur Längserstreckung des Statorpaketes 3 ausgeführt und die übrigen Teile der Zähne 6 bzw. Nuten 7 sind schräg angeordnet. Hierdurch wird ein Kompromiss erzeugt zwischen den Vorteilen und Nachteilen einer reinen Quer- bzw. Schrägverzahnung der Statorpakete. Die Widerstände

beim Überfahren der querorientierten Abschnitte der Nuten bzw. Zähne 6, 7 sind relativ gering und somit nur wenig störend. Je nach Anforderungen können die quer zu Längserstreckung ausgerichteten Schenkel der Verzahnung länger oder kürzer ausgeführt werden.

Figur 5a zeigt pfeilförmige Verzahnungen der Statorpakete 3. Bei einer Anordnung innerhalb eines Linearmotors ist es vorteilhaft, wenn die pfeilförmigen Verzahnungen im Verlauf des Linearantriebs einander entgegengerichtet sind. Auch hierdurch können Effekte, welche bei einer einseitigen Verzahnung auftreten könnten vermieden werden, insbesondere wenn der Läufer 5 über zwei solcher Statorpakete 3 ragt. Es ist daher vorteilhaft, wenn der Tragmagnet 5 eine Länge l aufweist, die der Länge zweier Statorpakete entspricht. Der Schränkungswinkel α ist bei diesem Ausführungsbeispiel vom Betrag her gleich. Die Summe beider Schränkungswinkel ergibt daher Null (+α-α=0). Es kann natürlich auch durch eine spiegelverkehrte Anordnung unsymmetrischer Statorpakete 3 in einem einzigen (siehe zum Bsp. Figur 3a) oder in zwei gegenüberliegenden (siehe zum Bsp. Figur 3b) Linearantrieben die Summe der bzgl. der Tragmagnete 5 wirksamen Schränkungswinkel Null ergeben. Die Schränkungswinkel +α und -α können auch bzgl. ihres Betrages unterschiedlich sein. Die Schenkel der Zähne 6 haben in diesem Fall unterschiedliche Längen.

Eine besonders bevorzugte Ausführung der Erfindung ist der Figur 5b zu entnehmen. Die Pfeilung aufeinanderfolgender Statorpakete 3 ist gleichgerichtet. Die Anbringung der Wicklungen 4 ist hierbei vereinfacht, da sie gleichermaßen über die Stöße der Statorpakete 3 verlaufen können.

In Figur 6 ist ein Statorpaket mit pfeilförmigen Zähnen 6 und Nuten 7 in perspektivischer Darstellung gezeigt. Das Statorpaket 3 weist hierbei Zähne 6 auf, welche Hinterschneidungen 10 haben. Die Wicklungen 4 werden bei der Montage hinter den Hinterschneidungen 10 durch Klemmung befestigt. Besondere Befestigungsmittel sind hierbei nicht erforderlich. Spitzen 11 der

pfeilförmigen Zähne 6 sind abgerundet, so dass die Wicklung 4 knickfrei verlegt werden kann. Durch das Statorpaket 3 verlaufen Bohrungen 12, durch welche bei der Montage der Statorpakete 3 Bolzen oder Schrauben geführt werden können, mit welchen das Statorpaket 3 an Halterungen angeschraubt werden kann.

Figur 7a zeigt eine Draufsicht auf ein Statorpaket 3 ähnlich Figur 6, welches in einer Halterung 13 befestigt ist. Die Halterung 13 besteht beispielsweise aus einem Winkeleisen, welches einerseits mit Schrauben 14 an den Träger 2 angeschraubt werden kann und andererseits mit Schrauben 15 das Statorpaket 3 befestigt. In die Nuten 7 mit den abgerundeten Spitzen 11 der Zähne 6 werden die Wicklungen 4 eingedrückt. Die Wicklungen 4 bestehen aus drei Strängen, welche die drei Phasen des Antriebs leiten. Das Statorpaket 3 ist auch in seiner Grundfläche dem Verlauf der Zähne 6 bzw. Nuten 7 angepasst. Dementsprechend weist es an einem Ende eine peilförmige Spitze und an dem anderen Ende einen pfeilförmigen Einschnitt auf. Bei der Montage des Linearantriebs greifen zwei aufeinanderfolgende Statorpakete 3 dementsprechend ineinander ein, so dass ein kontinuierlicher Antrieb erfolgen kann.

Figuren 7b und 7c zeigen eine Vorderansicht und eine Seitenansicht der Anordnung ähnlich Figur 7a zur besseren Verdeutlichung. Die Windungen 4 sind dabei in ihren seitlichen Umkehrbereichen aus der Ebene der Nuten 7 heraus gebogen, so dass sie aneinander vorbei geführt werden können und wieder in die für die einzelne Wicklung 4 vorbestimmte Nut 7 eingeführt werden kann.

In Figur 8 ist skizziert, wie einzelne Statorbleche 16 aneinander gefügt werden, um die gewünschte Form des Statorpaketes 3 zu ergeben. Jedes der Statorbleche 16 entspricht der Grundform des Statorpaketes 3. Es weist dementsprechend Zähne 6 und Nuten 7 auf. Werden die Statorbelche 16 bündig an ihren Enden miteinander verbunden, so ergäbe sich eine Nut 7,

welche quer zur Längserstreckung des Statorpaketes 3 verläuft. Bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 8 sind die Statorbleche 16 jedoch leicht versetzt zueinander angeordnet. Hierdurch entsteht eine Schrägung der Nut 7. Indem der Versatz der Statorbleche 16 ab der Mitte des Statorpaketes 3 wieder rückgängig in die Ausgangsposition gebracht wird, entsteht eine pfeilförmige Ausgestaltung des Statorpaketes 3.

Fig. 9a zeigt einen Längsschnitt durch einen Abschnitt eines Tragmagneten 5. Der Tragmagnet 5 weist Pole mit Polkernen 17 und Polbrücken 18 auf. Die einer Polbrücke 18 zugeordneten Polkerne 17 bilden durch ihren Abstand voneinander eine Nut 19 aus. In der Nut 19 befindet sich ein Teil einer Spule 20, welche Polkerne 17 umgibt. Die durch die Spule 20 aufgebrachte Kraft erzeugt eine Anziehung der über dem Tragmagnet 5 angeordneten Statorpakete 3 (siehe Figur 2).

In Fig. 9b ist die Draufsicht auf einen Abschnitt eines Tragmagneten 5 der Figur 9a gemäß Stand der Technik dargestellt. Dabei ist ersichtlich, dass die Spulen 20 die jeweiligen Polkerne 17 umgeben. Die Spulen 20 des Stande der Technik weisen in etwa die Form eines abgerundeten Quadrates auf. Die Spule erzeugen bei der Bewegung des Tragmagneten entlang der Statorpakete 3 schlagartige Kräfte auf, die zu einer unruhigen Fahrt des Fahrzeuges und zu Lärmbelästigungen führen können. Eine Möglichkeit der Abhilfe dieses Nachteiles wurde durch die oben beschriebene pfeilförmige Ausgestaltung der Wicklungen 4 der Statorpakete 3 geschaffen.

Eine andere Möglichkeit der Abhilfe dieses Nachteiles zeigt die Fig. 9c. Diese Figur bildet schematisch die Draufsicht auf einen Abschnitt eines Tragmagneten der Figur 9a gemäß der Erfindung ab. Hierbei sind die Spulen 20' pfeilförmig abgewinkelt, so dass der Übergang von einer Spule 20' zu einer benachbarten Spule 20' kontinuierlich und nicht schlagartig erfolgt. Für eine bessere Führung und einen Kontakt der Spulen 20' mit den Polkernen 17

sind diese so ausgeführt, dass die Nut 19 ebenfalls pfeilförmig ist. Wesentlich ist jedoch die pfeilförmige Führung der Spulen 20'.

Sowohl die pfeilförmige Führung der Wicklungen 4 der Statorpakete 3 als auch die pfeilförmige Führung der Spulen 20' können einzeln verwirklicht werden oder auch miteinander kombiniert werden. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Pfeilungen einander nicht entsprechen, sondern wiederum einen vorbestimmten Winkel zueinander einnehmen.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. So sind insbesondere andere Orte der Anordnung der Statorpakete 3 an dem Trager 2, insbesondere bei anderen Gestaltungen der Träger 2 möglich. Ebenso sind andere Befestigungsmöglichkeiten der Statorpakete und Läufer möglich, welche ebenfalls anders als hier skizziert gestaltet sein können. Auch die Form der Wicklungen 4 oder Spulen 20' kann anders als hier dargestellt ausgeführt sein. So sind beispielsweise nicht endlose Wicklungsdrähte erforderlich, sondern es können auch Schleifen verwendet werden.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Träger
3	Statorpaket
4	Wicklung
5	Tragmagnet, Läufer
6	Zahn
7	Nut
10	Hinterschneidung
11	Spitze
12	Bohrung
13	Halterung
14	Schraube
15	Schraube
16	Statorblech
17	Polkern
18	Polbrücke
19	Nut
20	Spule

Patentansprüche

1. Statorpaket für einen Linearmotor eines Fahrzeuges (1) einer Magnetschwebebahn mit Antriebs- und Tragfunktion, wobei das auf einem Fahrweg befestigbare Statorpaket (3) aus einer Vielzahl von in Längsrichtung des Statorpaketes (3) verlaufenden Statorblechen (16) zusammengesetzt ist und mehrere parallel zueinander verlaufende Nuten (7) zur Aufnahme von Wicklungen (4) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (7) in dem Statorpaket (3) zumindest einen Schrägungswinkel aufweisen und pfeilförmig abgewinkelt verlaufen.

2. Tragmagnet für einen Linearmotor eines Fahrzeuges (1) einer Magnetschwebebahn mit Antriebs- und Tragfunktion, wobei der an dem Fahrzeug (1) befestigbare Tragmagnet (5) aus einer Vielzahl von in Längsrichtung des Fahrzeuges (1) verlaufenden Polkernen (17) und Polbrücken (18) zusammengesetzt ist, wobei die Zwischenräume zwischen aufeinanderfolgenden Polkernen (17) parallel zueinander verlaufende Nuten (19) zur Aufnahme von Spulen (20') bilden, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (19) und/oder die Spulen (20') in dem Tragmagneten (5) zumindest einen Schrägungswinkel aufweisen und pfeilförmig abgewinkelt verlaufen.

3. Statorpaket oder Tragmagnet nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schrägungswinkel zur Längsrichtung des Statorpaketes (3) bzw. Tragmagneten (5) größer +/- 90° und kleiner +/-135° ist.

4. Statorpaket oder Tragmagnet nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Summe der Schrägungswinkel im Wesentlichen Null ist.

5. Statorpaket nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Statorpaket (3) zur Befestigung an einem Fahrwegträger (1) eines Fahrweges vorgesehen ist.

6. Statorpaket nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Statorbleche (16) einen Querschnitt der Nut (7) aufweisen.

7. Statorpaket nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Statorbleche (16) im Wesentlichen die selbe Form aufweisen und entsprechend den pfeilförmig verlaufenden Nuten (7) zueinander versetzt angeordnet sind.

8. Statorpaket oder Tragmagnet nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (7) derart pfeilförmig abgewinkelt sind, dass die darin verlegten benachbarten Wicklungen (4) bzw. Spulen (20') in ihrer Wirkung im Wesentlichen nahtlos aneinanderreihen, insbesondere einander überlappen.

9. Statorpaket oder Tragmagnet nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pfeilspitze (11) der Nut (7) im Wesentlichen mittig des Statorpaketes (3) bzw. der Spulen (20') angeordnet ist.

10. Linearmotor eines Fahrzeuges (1) einer Magnetschwebebahn mit einem Tragmagneten (5) und mit Statorpaketen (3), insbesondere nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, wobei die Statorpakete (3) aus einer Vielzahl von in Längsrichtung des Statorpaketes (3) verlaufenden Statorblechen (16) zusammengesetzt sind und mehrere parallel zueinander verlaufende Nuten (7) zur Aufnahme von Wicklungen (4) aufweisen und die Tragmagnete (5) aus einer Vielzahl von in Längsrichtung des Fahrzeuges (1) verlaufenden Polkernen (17) und

Polbrücken (18) zusammengesetzt ist, wobei die Zwischenräume zwischen aufeinanderfolgenden Polkernen (17) parallel zueinander verlaufende Nuten (19) zur Aufnahme von Spulen (20') bilden, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (7, 19) bzw. die Spulen (20') zumindest teilweise in schräger Richtung zur Längsrichtung der Statorpakete (3) und/oder Tragmagnete (5) verlaufen und bezüglich der Länge des Tragmagneten (5) dieses Linearmotors oder eines oder mehrerer mit diesem zusammenwirkender Linearmotoren die Summe der Schrägungswinkel im Wesentlichen Null ist.

11. Linearmotor nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Nuten (7) der Statorpakete (3) und/oder der Tragmagnete (5) gemäß den vorhergehenden Ansprüchen abgewinkelt sind.

12. Linearmotor nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schrägungswinkel der Nuten (7) der Statorpakete (3) und/oder der Tragmagnete (5) innerhalb der Länge des Tragmagneten (5) vorzugsweise mehrfach geändert ist.

13. Linearmotor nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragmagnet (5) etwa ein geradzahliges Vielfaches der Länge eines Statorpaketes (3) aufweist.

14. Linearmotor nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte Statorpakete (3) einander pfeilförmig überlappen.

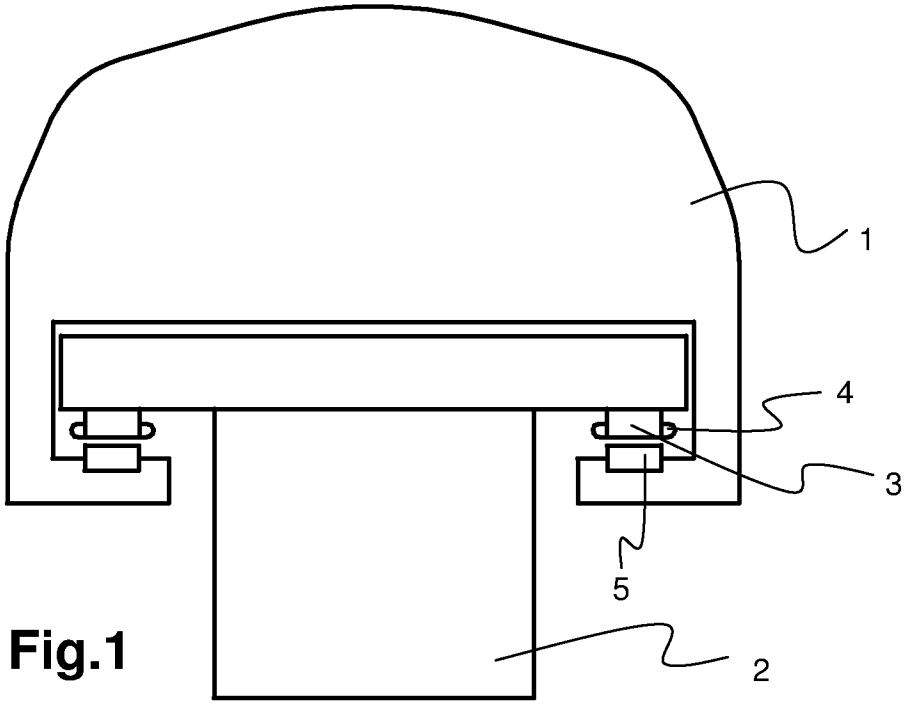


Fig.1

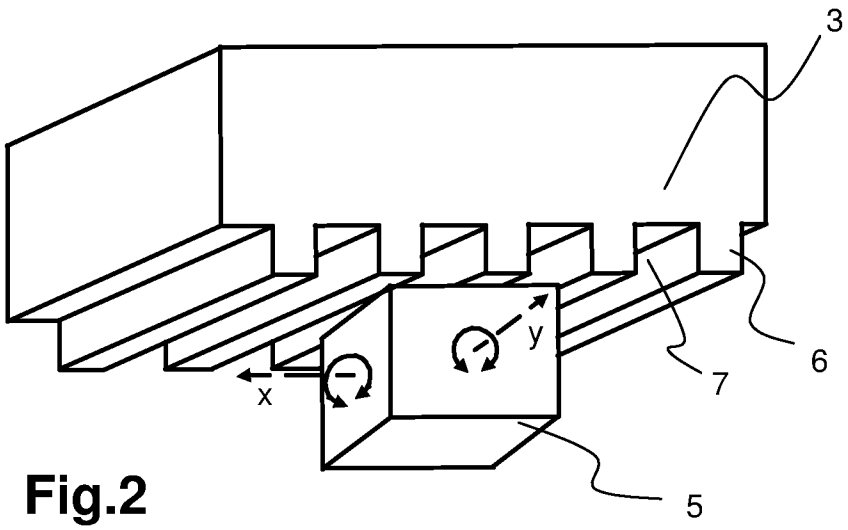


Fig.2

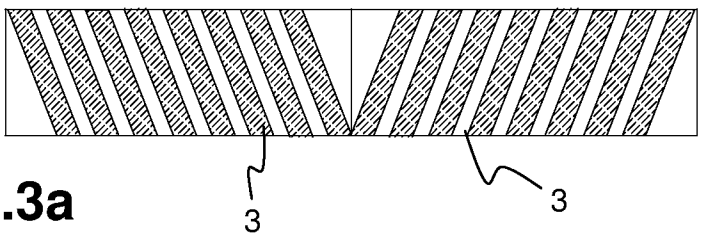


Fig.3a

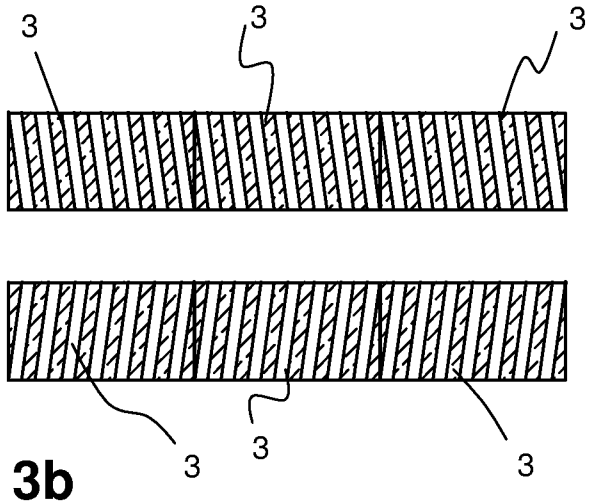


Fig. 3b

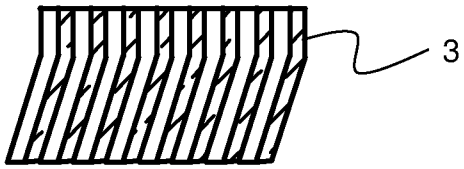


Fig.4

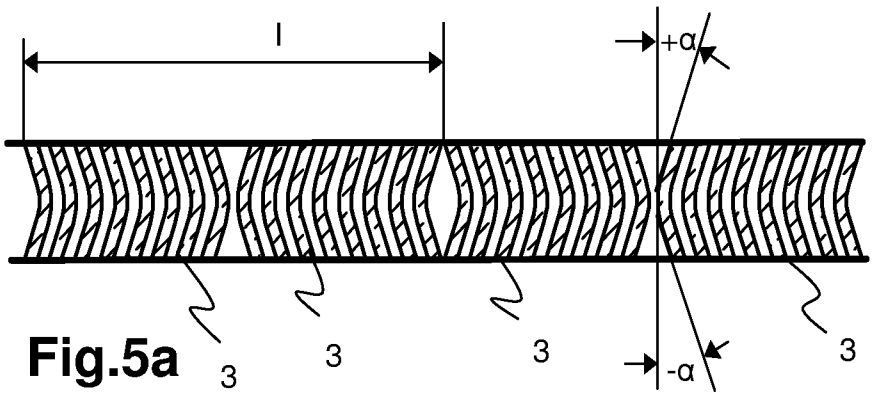


Fig.5a

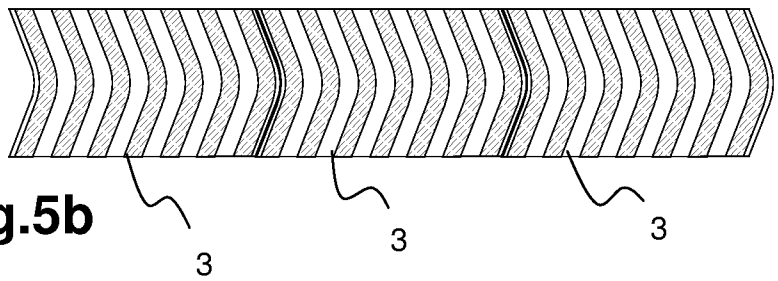


Fig.5b

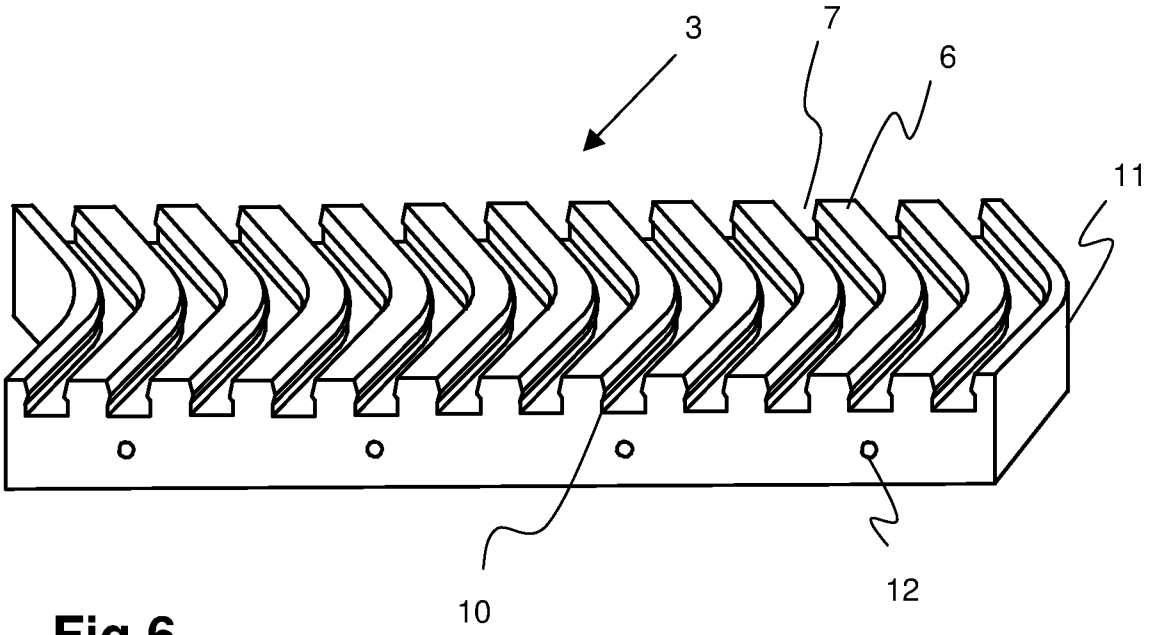


Fig.6

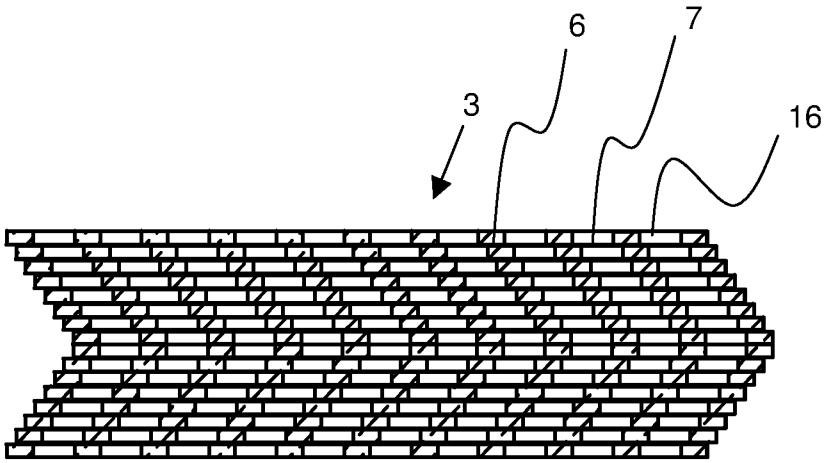


Fig.8

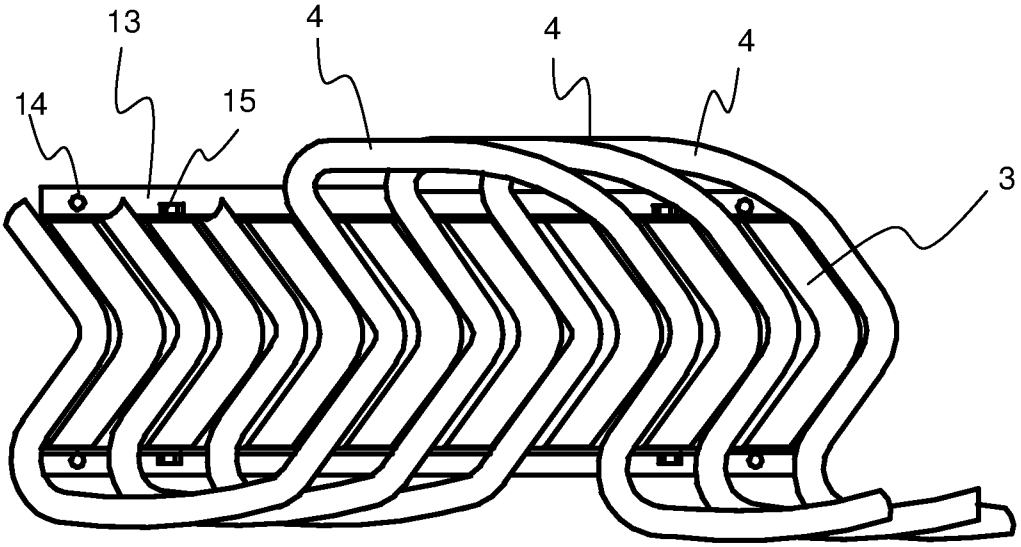


Fig.7a

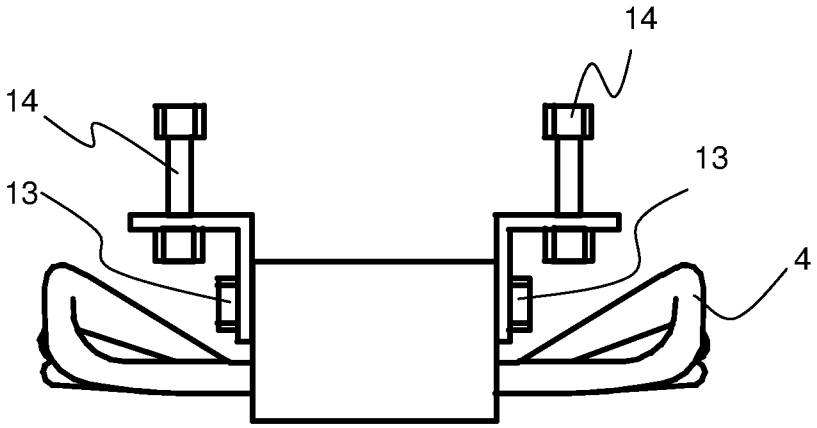


Fig.7b

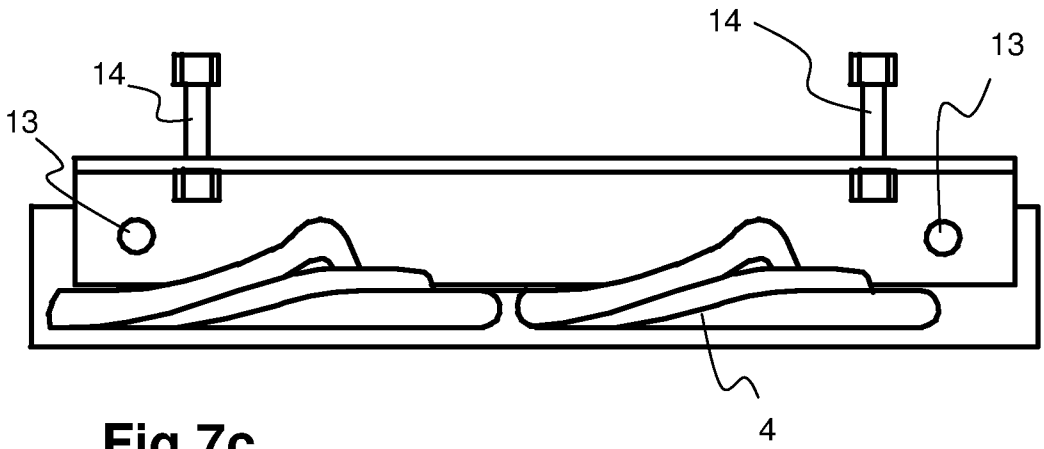


Fig.7c

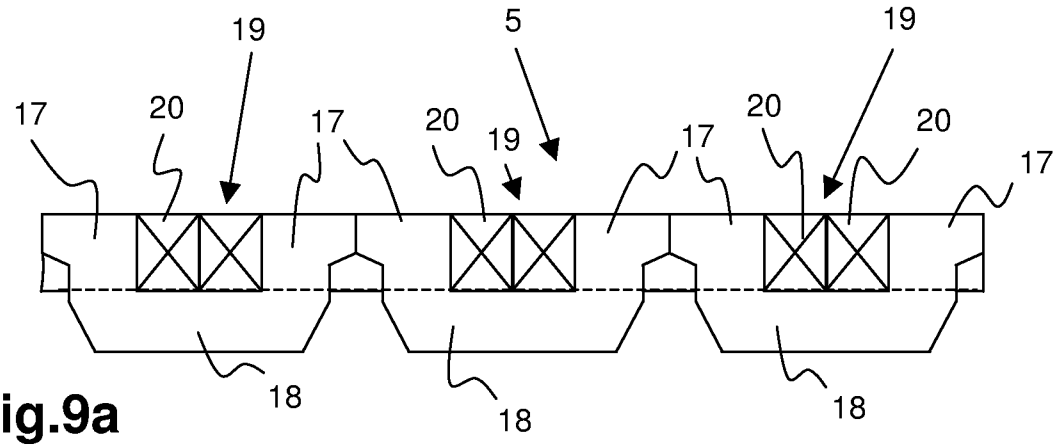


Fig.9a

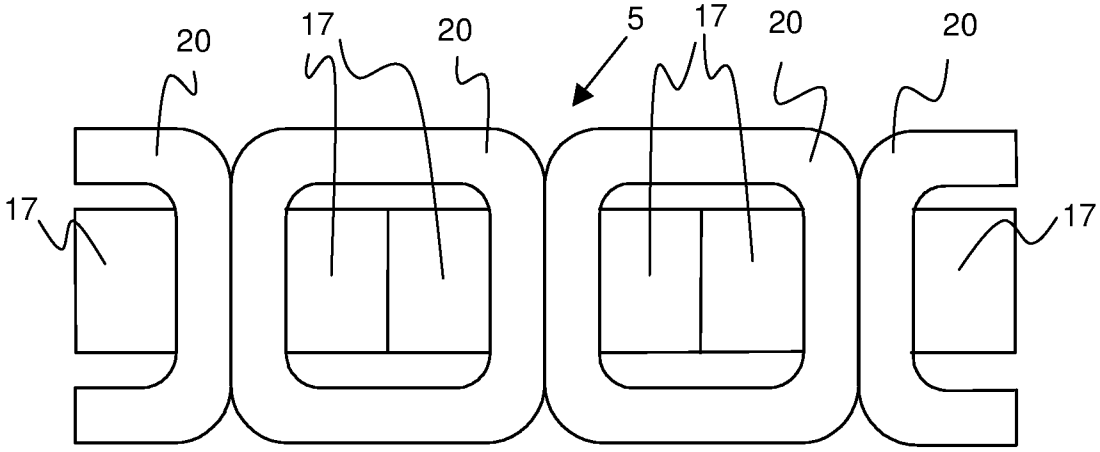


Fig.9b

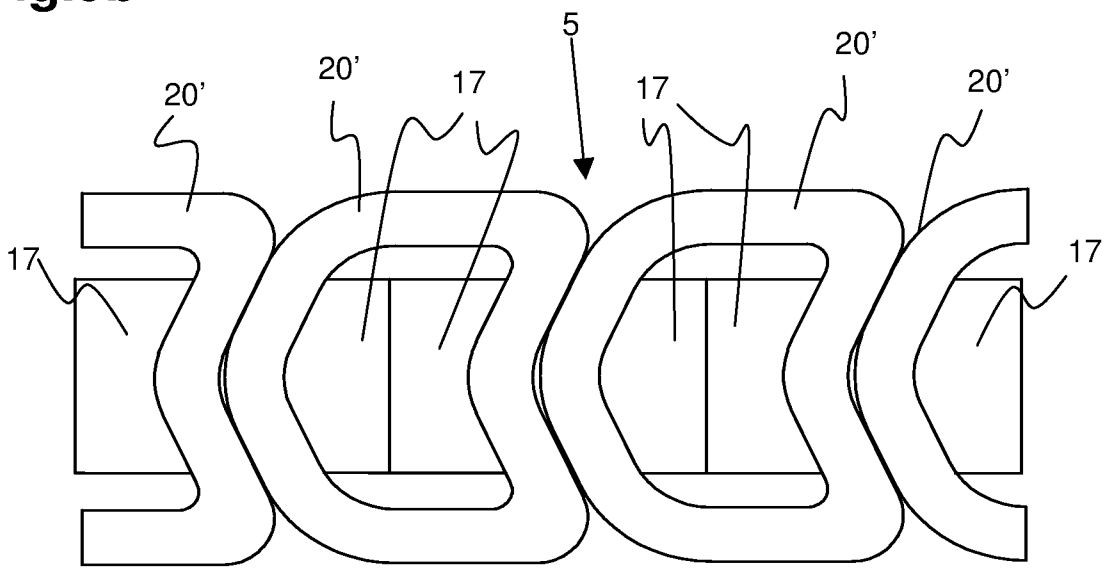


Fig.9c