



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 014 616 A1** 2007.10.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 014 616.6**

(22) Anmeldetag: **29.03.2006**

(43) Offenlegungstag: **11.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H02K 41/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

Matscheko, Gerhard, 82319 Starnberg, DE; Rossi, Gernot, 91245 Simmelsdorf, DE; Schedler, Hubert, 85757 Karlsfeld, DE; Wollenberg, Johannes, 82166 Gräfelfing, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE10 2004 045992 A1

DE 21 16 723 A

DE 691 16 918 T2

US 59 59 373

JP11332210A. In: Patent Abstracts of Japan, 1999;

JP63039456A. In: Patent Abstracts of Japan, 1988;

JP02074145A. In: Patent Abstracts of Japan, 1990;

JP55147968A. In: Patent Abstracts of Japan, 1980;

JP56107774A. In: Patent Abstracts of Japan, 1981;

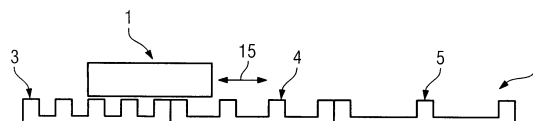
JP59162760A. In: Patent Abstracts of Japan, 1984;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Linearmotor mit verschiedenen gestalteten Sekundärteilabschnitten**

(57) Zusammenfassung: Das Leistungsfeld eines Linearmotors soll besser an spezifische Anwendungen angepasst werden können. Dazu ist vorgesehen, dass das Sekundärteil (2) in Verfahrrichtung (15) des Primärteils (1) mindestens in einen ersten (3) und einen zweiten Abschnitt (4) unterteilt wird. Das Sekundärteil (2) ist in dem ersten Abschnitt (3) gegenüber dem zweiten Abschnitt (4) anders geformt und/oder aus einem anderen Material gebildet. Hierdurch lassen sich unterschiedliche Geschwindigkeiten des Primärteils (1) über der Verfahrstrecke unabhängig von der Primärteilansteuerung realisieren. Gegebenenfalls können in einem Sekundärteilabschnitt Kurzschlusswicklungen eingefügt werden, so dass dieser Sekundärteilabschnitt zum passiven Bremsen dient.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Linearmotor mit einem Primärteil und einem Sekundärteil, das mit dem darüber verfahrbaren Primärteil in magnetischer Wirkverbindung steht.

[0002] Linearmotoren werden für eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen eingesetzt. Bei jeder Anwendung sind die Anforderungen an den Linearmotor in der Regel sehr spezifisch. Dem wird dadurch Rechnung getragen, dass das Leistungsfeld des Linearmotors entsprechend angepasst wird. Das Leistungsfeld des Motors gilt dabei als Produkt aus Kraft bzw. Drehmoment und Geschwindigkeit bzw. Drehzahl. Dieses Produkt hängt ab von zahlreichen Parametern wie Luftspalt, Zahnbreite, Nutbreite etc. Dies gilt insbesondere auch bei Synchronmotoren mit primärseitig angeordneter Erregung. Die Anpassung der Leistung erfolgt beispielsweise durch Polumschaltung bei netzgespeisten Motoren.

[0003] Auch das Bremsen des Linearmotors hat mit einer für die jeweilige Anwendung geeigneten Bremse zu erfolgen. Beispielsweise kann aktives Bremsen auf elektrische oder mechanische Weise für die eine oder andere Anwendung günstig sein. Beispielsweise können aktive Kurzschlussbremsen eingesetzt werden. Für andere Anwendungen können passive Bremsen vorteilhafter sein. Meist ist die Art der Bremse direkt auf den Antrieb abzustimmen.

[0004] In der Patentanmeldung 10 2004 045 992 ist eine elektrische Maschine, insbesondere ein Linearmotor beschrieben, bei dem sowohl die Elektromagnete als auch die Permanentmagnete an dem Primärteil angeordnet sind. Dies hat den Vorteil, dass das Sekundärteil nicht magnetisch ist und günstig herzustellen ist. Somit können längere Verfahrswege des Linearmotors kostengünstig realisiert werden.

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Leistung eines Linearmotors auf einfache Weise an die jeweilige Anforderung anpassen zu können.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch einen Linearmotor mit einem Primärteil und einem Sekundärteil, das mit dem darüber verfahrbaren Primärteil in magnetischer Wirkverbindung steht, wobei das Sekundärteil in Verfahrrichtung des Primärteils mindestens in einen ersten und einen zweiten Abschnitt unterteilt ist und das Sekundärteil in dem ersten Abschnitt gegenüber dem zweiten Abschnitt anders geformt und/oder aus einem anderen Material gebildet ist.

[0007] Gemäß einer ersten Ausgestaltung kann die Leistungsanpassung dadurch erfolgen, dass sich Nutbreiten zwischen Polzähnen in dem ersten Ab-

schnitt von Nutbreiten zwischen Polzähnen in dem zweiten Abschnitt unterscheiden. Analog hierzu können auch die Zahnbreiten variiert werden, wobei sich Zahnbreiten von Polzähnen in dem ersten Abschnitt von Zahnbreiten von Polzähnen in dem zweiten Abschnitt unterscheiden. Mit der Variation der Nut- und Zahnbreite lässt sich beispielsweise die Geschwindigkeit des Linearmotors verändern.

[0008] Bei einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Linearmotors kann der Luftspalt zwischen Primärteil und Sekundärteil im ersten Abschnitt sich von dem Luftspalt im zweiten Abschnitt unterscheiden. Auch die Zahnform von Polzähnen im ersten Abschnitt kann von der Zahnform von Polzähnen im zweiten Abschnitt verschieden sein. Mit den Parametern Luftspalt und Zahnform lässt sich ebenfalls die Geschwindigkeit des Linearmotors variieren.

[0009] Eine weitere Variationsmöglichkeit für die Geschwindigkeit des Linearmotors besteht darin, die Spurbreite, d.h. die Breite des Sekundärteils quer zur Verfahrrichtung, im ersten Abschnitt anders zu gestalten als die Breite des Sekundärteils im zweiten Abschnitt.

[0010] Eine weitere Möglichkeit zur Beeinflussung der Geschwindigkeit des Linearmotors besteht darin, das Material des Sekundärteils in geeigneter Weise zu wählen. So kann beispielsweise für niedrige Geschwindigkeiten das Sekundärteil im ersten Abschnitt massiv und im zweiten Abschnitt für höhere Geschwindigkeiten geblecht ausgeführt sein.

[0011] Auch das Bremsen des Primärteils gegenüber dem Sekundärteil kann durch spezielle Gestaltung des Sekundärteils erfolgen. So können beispielsweise in einem ersten Abschnitt die Nuten des Sekundärteils offen sein, während sie in einem zweiten Abschnitt durch mindestens eine Kurzschlusswicklung gefüllt sind. Eine oder mehrere Kurzschlusswicklungen lassen sich günstigerweise dadurch realisieren, dass die Nuten mit Aluminium ausgegossen und die ausgegossenen Nutabschnitte entsprechend kurzgeschlossen werden.

[0012] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

[0013] [Fig. 1](#) eine Prinzipskizze eines Linearmotors mit unterschiedlichen Nutbreiten;

[0014] [Fig. 2](#) eine Skizze eines Linearmotors mit unterschiedlichen Zahnbreiten;

[0015] [Fig. 3](#) eine Skizze eines Linearmotors mit unterschiedlichen Luftspalten;

[0016] [Fig. 4](#) eine Skizze eines Linearmotors mit

unterschiedlichen Zahnformen im Sekundärteil;

[0017] [Fig. 5](#) eine Draufsicht auf einen Linearmotor mit verschieden breiten Sekundärteilabschnitten;

[0018] [Fig. 6](#) einen massiven Sekundärteilabschnitt;

[0019] [Fig. 7](#) einen geblechten Sekundärteilabschnitt und

[0020] [Fig. 8](#) einen Linearmotor mit Kurzschlusswicklungen in einem Abschnitt des Sekundärteils.

[0021] Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

[0022] Die eingangs erwähnte Methode, das Leistungsfeld eines Linearmotors beispielsweise durch Polumschaltung zu beeinflussen, weist Grenzen hinsichtlich des nutzbaren Leistungsfelds auf. Daher liegt der vorliegenden Erfindung der allgemeine Gedanke zugrunde, das nutzbare Leistungsfeld ortsbezogen zu verändern. Speziell soll dies durch einen ortsvariablen Aufbau des Reaktionsteils bzw. Sekundärteils des Linearmotors erfolgen. Unter Nutzung des selben Primärteils mit fester Geometrie, fester Polteilung und festen elektrischen Anschlusswerten können an verschiedenen Orten des Arbeitsbereichs, d.h. an verschiedenen Stellen des Verfahrwegs des Linearmotors, verschiedene Sekundärteilabschnitte verwendet werden. Durch die ortsbezogene Variation der Geometrie und/oder des Materials des Reaktionsteils kann somit das Leistungsfeld des Motors in gewünschter Weise verändert werden.

[0023] Der in [Fig. 1](#) skizzenhaft dargestellte Linearmotor besteht aus einem Primärteil **1** und einem Sekundärteil **2**. Das Sekundärteil **2** ist hier unterteilt in drei Sekundärteilabschnitte **3**, **4** und **5**. Sämtliche Sekundärteilabschnitte **3** bis **5** besitzen hier die gleiche Zahnbreite der Polzähne. Die Nutbreiten in Fahr- richtung **15** sind hingegen in den einzelnen Abschnitten unterschiedlich. So entspricht in dem in [Fig. 1](#) dargestellten Beispiel die Nutbreite im Sekundärteilabschnitt **3** in etwa der Zahnbreite eines Polzahns. Im zweiten Sekundärteilabschnitt **4** ist die Nutbreite etwa doppelt so groß wie im Sekundärteilabschnitt **3**. Schließlich ist die Nutbreite zwischen zwei Polzähnen im Sekundärteilabschnitt **5** in etwa viermal so groß wie im Sekundärteilabschnitt **3**. Selbstverständlich kann die Nutbreite in den einzelnen Abschnitten auch beliebig anders gewählt werden und ist nicht auf ganze Vielfache eines anderen Abschnitts beschränkt. Ebenso kann die Anzahl der Sekundärteilabschnitte beliebig gewählt werden.

[0024] Die unterschiedlichen Nutbreiten in den Sekundärteilabschnitten **3**, **4** und **5** führen zu verschie-

denen Geschwindigkeiten des Primärteils **1**. So stellt sich bei gleicher elektrischer Versorgung des Primärteils über dem Sekundärteilabschnitt **3** eine verhältnismäßig niedrige Geschwindigkeit, über dem Sekundärteilabschnitt **4** eine mittlere Geschwindigkeit und über dem Sekundärteilabschnitt **5** eine relativ hohe Geschwindigkeit ein. Die Leistung des Linearmotors kann also örtlich dadurch variiert werden, dass die Nutbreite entsprechend gewählt wird. Innerhalb eines jeden der Sekundärteilabschnitte **3**, **4** und **5** sind die Nutbreiten gleich.

[0025] [Fig. 2](#) zeigt eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Linearmotors, ebenfalls mit einem Primärteil **1** und einem Sekundärteil **2**. Das Sekundärteil **2** ist wiederum in drei Sekundärteilabschnitte **6**, **7** und **8** unterteilt. Der erste Sekundärteilabschnitt **6** besitzt die gleiche Gestalt wie der Sekundärteilabschnitt **3** von [Fig. 1](#). Der zweite Sekundärteilabschnitt **7** hingegen besitzt gegenüber dem ersten Sekundärteilabschnitt **6** doppelte Zahnbreite. Der dritte Sekundärteilabschnitt **8** besitzt gegenüber dem ersten Sekundärteilabschnitt **6** in etwa die vierfache Zahnbreite der Polzähne. Innerhalb der Sekundärteilabschnitte sind die Polzähne gleich breit.

[0026] Durch die Variation der Zahnbreiten in den einzelnen Sekundärteilabschnitten **6**, **7** und **8** ergibt sich wiederum bei unveränderter elektrischer Ansteuerung des Primärteils **1** jeweils eine spezifische Geschwindigkeit über jedem Abschnitt. So ist die Geschwindigkeit des Primärteils **1** über dem Sekundärteilabschnitt **6** verhältnismäßig niedrig, über dem Sekundärteilabschnitt **7** mittelhoch und über dem Sekundärteilabschnitt **8** hoch.

[0027] Auch bei der Variation der Zahnbreiten ist man nicht an ein ganzes Vielfaches eines anderen Sekundärteilabschnitts gebunden. Vielmehr kann die Zahnbreite in jedem Abschnitt beliebig gewählt werden. Zusätzlich kann auch die Nutbreite in den einzelnen Abschnitten variiert werden. Des Weiteren ist man bei der Gestaltung des Sekundärteils nicht wie in dem vorliegenden Beispiel auf drei Sekundärteilabschnitte beschränkt, sondern es können auch zwei, vier und mehr sein.

[0028] Die Leistung des Linearmotors in Abhängigkeit vom Ort lässt sich auch dadurch variieren, dass der Luftspalt zwischen Primärteil **1** und Sekundärteil **2** auf der Verfahrstrecke geändert wird. Ein entsprechendes Beispiel ist in [Fig. 3](#) schemenhaft dargestellt. Zwischen einem ersten Sekundärteilabschnitt **9** und dem Primärteil **1** besteht ein kleiner Luftspalt **11**. Zwischen dem zweiten Sekundärteilabschnitt **10** und dem Primärteil **1** hingegen besteht ein größerer Luftspalt **12**. Dies hat zur Folge, dass das Primärteil sich bei gleicher Ansteuerung über dem ersten Sekundärteilabschnitt **9** mit niedrigerer Geschwindigkeit bewegt als über dem zweiten Sekundärteilabschnitt

10. Ursache hierfür ist die Feldschwächung durch den vergrößerten Luftspalt **12** über dem Sekundärteilabschnitt **10**.

[0029] Auch mit der Zahnform der Polzähne lässt sich die Leistung des Linearmotors variieren. Ein entsprechender Linearmotor mit Primärteil **1** und Sekundärteil **2** ist in [Fig. 4](#) skizzenhaft dargestellt. Der erste Sekundärteilabschnitt **13** besitzt die gleiche Gestalt wie die Sekundärteilabschnitte **3**, **6** und **9** aus den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#). Die Zahnform im Längsschnitt hinsichtlich der Fahrtrichtung **15** des Primärteils **1** ist hier quadratisch bzw. rechteckig. Im zweiten Sekundärteilabschnitt **14** hingegen besitzt jeder Zahn schräge Flanken. Die Zahnformen des Sekundärteilabschnitts **14** stehen symbolisch für jede beliebige Formänderung gegenüber den Zahnformen des Sekundärteilabschnitts **13**.

[0030] Auch in diesem Fall ergeben sich durch die unterschiedlichen Zahnformen verschiedene Geschwindigkeiten des Primärteils **1** über den Sekundärteilabschnitten **13** und **14**. Im konkreten Fall ergibt sich über dem Sekundärteilabschnitt **13** eine niedrige Geschwindigkeit des Primärteils **1**, während sich über dem Sekundärteilabschnitt **14** aufgrund der Feldschwächung eine höhere Geschwindigkeit ergibt.

[0031] Eine Geschwindigkeitsvariation lässt sich ferner durch unterschiedliche Spurbreiten des Sekundärteils erreichen. Hierzu ist in [Fig. 5](#) ein Linearmotor in der Draufsicht skizziert, wobei auch hier das Primärteil **1** über dem Sekundärteil **2** in Fahrtrichtung **15** verfahrbar ist. Der erste Sekundärteilabschnitt **16** besitzt eine größere Spurbreite als der zweite Sekundärteilabschnitt **17**. Die große Spurbreite im ersten Sekundärteilabschnitt **16** bedingt eine höhere Induktivität der Primärteilwicklungen als das zweite Sekundärteil **17** mit kleinerer Spurbreite. Folglich lässt sich das Primärteil **1** über dem ersten Sekundärteilabschnitt **16** nur mit geringerer Geschwindigkeit verfahren als über dem Sekundärteilabschnitt **17**. Auf die Darstellung von einzelnen Polzähnen ist in [Fig. 5](#) der Übersicht halber verzichtet.

[0032] Eine Geschwindigkeitsbeeinflussung des Linearmotors lässt sich außerdem durch die Materialwahl beim Sekundärteil erreichen. [Fig. 6](#) zeigt ein Sekundärteil, das massiv ausgeführt ist. Als Material kommen beispielsweise Stahl, Eisen, Kupfer, Aluminium etc. und Legierungen davon in Frage. Das gewählte Material beeinflusst wiederum die Induktivität und damit die Geschwindigkeit des Primärteils.

[0033] Um die Verluste zu reduzieren und die Geschwindigkeit zu steigern, lässt sich das Sekundärteil auch geblecht ausführen, wie dies in [Fig. 7](#) schematisch dargestellt ist. Erfindungsgemäß werden beispielsweise geblechte und massive Sekundärteilab-

schnitte kombiniert, so dass sich entlang des Fahrwegs automatisch unterschiedliche Geschwindigkeiten einstellen. Auch können lediglich unterschiedliche Materialien in den Sekundärteilabschnitten verwendet werden, um die Geschwindigkeit in gewünschter Weise ortsabhängig zu beeinflussen.

[0034] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in [Fig. 8](#) wiedergegeben. Hier wird das Sekundärteil in einem Abschnitt so gestaltet, dass es zum automatischen Bremsen verwendet werden kann. Das Primärteil **1** ist hier über zwei Sekundärteilabschnitten **18** und **19** verfahrbar. Der erste Sekundärteilabschnitt **18** ist in üblicher Weise aufgebaut und entspricht beispielsweise den Abschnitten **3**, **6**, **9** und **13** der vorhergehenden Ausführungsformen. Im zweiten Sekundärteilabschnitt sind jedoch in den Nuten zwischen den Polzähnen eine oder mehrere Kurzschlusswicklungen eingefügt. Damit unterscheiden sich beide Sekundärteilabschnitte **18**, **19** im weitesten Sinne in ihrem Material.

[0035] Die Kurzschlusswicklungen **20** können beispielsweise aus Aluminium oder Kupfer bestehen. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn Aluminium in die Nuten eingegossen werden kann, um Kurzschlussringe zu bilden. Gegebenenfalls können die Kurzschlussringe bzw. Kurzschlusswicklungen **20** auch schaltbar gestaltet sein. In jedem Fall ist eine derartige Kurzschlussbremse im Sekundärteil **2** einfacher zu realisieren als im Primärteil **1**.

[0036] Die Sekundärteile eines Linearmotors lassen sich ortsabhängig somit beliebig gestalten. Daher kann bei bestimmten Anwendungen auf zusätzliche Bremsen verzichtet werden bzw. die erforderlichen Bremsen können kleiner dimensioniert werden. Außerdem können Fahrwegabschnitte mit Antriebs- bzw. Motorfunktion und solche mit passiver Bremsfunktion geschaffen werden. Eine derartige passive Bremsfunktion ist vielfach aus Sicherheitsgründen zu bevorzugen, denn sie steht ohne aktive Ansteuerung von außen zur Verfügung und erreicht allein durch Wirbelstromkraft eine entsprechende Bremswirkung.

[0037] Besonders vorteilhafte Anwendungen der Erfindung ergeben sich für Linearmotoren, bei denen sowohl die Elektromagnete als auch die Permanentmagnete am Primärteil angeordnet sind, so dass eine örtliche Variation des Sekundärteils leicht möglich ist. Speziell im Bereich der Förder- und Automatisierungstechnik lassen sich erfindungsgemäße Linearmotoren vorteilhaft einsetzen, denn dort sind häufig Fahrwegabschnitte mit niedriger und hoher Geschwindigkeit notwendig. Konkrete Beispiele hierfür wären Gepäckförderanlagen, Sortieranlagen, automatische Flurförderer, Fahrgeschäfte usw.

Patentansprüche

1. Linearmotor mit
 - einem Primärteil (1) und
 - einem Sekundärteil (2), das mit dem darüber verfahrbaren Primärteil (1) in magnetischer Wirkverbindung steht,**dadurch gekennzeichnet**, dass
 - das Sekundärteil (2) in Verfahrrichtung (15) des Primärteils (1) mindestens in einen ersten (3) und einen zweiten Abschnitt (4) unterteilt ist und
 - das Sekundärteil (2) in dem ersten Abschnitt (3) gegenüber dem zweiten Abschnitt (4) anders geformt und/oder aus einem anderen Material gebildet ist.
2. Linearmotor nach Anspruch 1, wobei sich Nutbreiten zwischen Polzähnen in dem ersten Abschnitt (3) von Nutbreiten zwischen Polzähnen in dem zweiten Abschnitt (4) unterscheiden.
3. Linearmotor nach Anspruch 1 oder 2, wobei sich Zahnbreiten von Polzähnen in dem ersten Abschnitt von Zahnbreiten von Polzähnen in dem zweiten Abschnitt unterscheiden.
4. Linearmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Luftspalt (11) zwischen Primärteil und Sekundärteil im ersten Abschnitt sich von dem Luftspalt (12) im zweiten Abschnitt unterscheidet.
5. Linearmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zahnform von Polzähnen im ersten Abschnitt sich von der Zahnform von Polzähnen im zweiten Abschnitt unterscheidet.
6. Linearmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Breite des Sekundärteils quer zur Verfahrrichtung (15) im ersten Abschnitt (16) sich von der Breite des Sekundärteils im zweiten Abschnitt (17) unterscheidet.
7. Linearmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in den Nuten eines der beiden Abschnitte des Sekundärteils mindestens eine Kurzschlusswicklung (20) eingebracht ist.
8. Linearmotor nach Anspruch 7, wobei die Nuten mit Aluminium zur Bildung der Kurzschlusswicklung (20) ausgegossen sind.
9. Linearmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Sekundärteil in dem ersten Abschnitt geblecht und in dem zweiten Abschnitt massiv ausgeführt ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

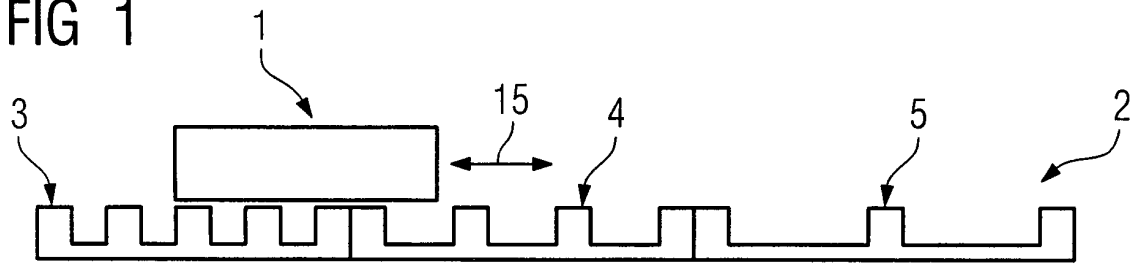


FIG 2

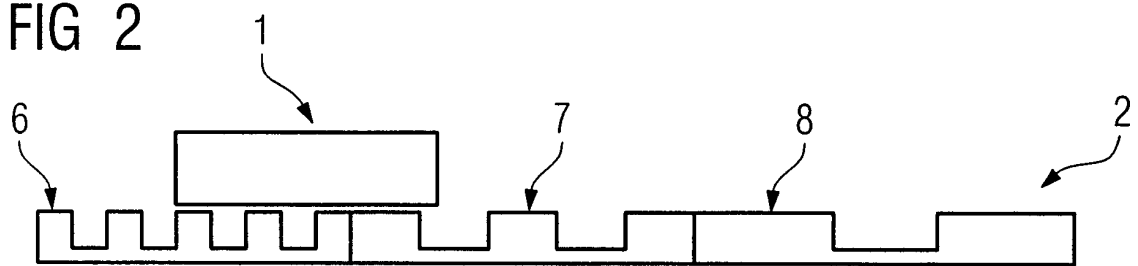


FIG 3

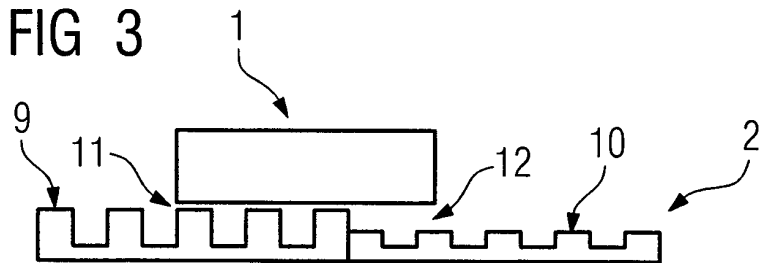


FIG 4

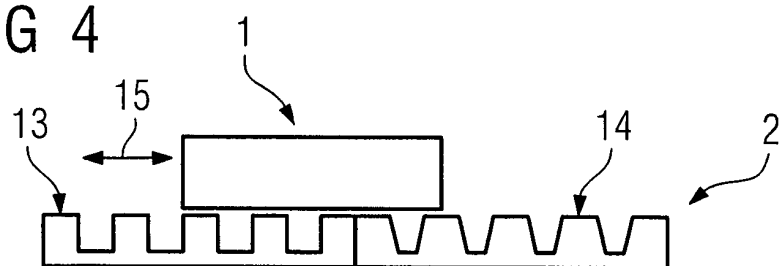


FIG 5

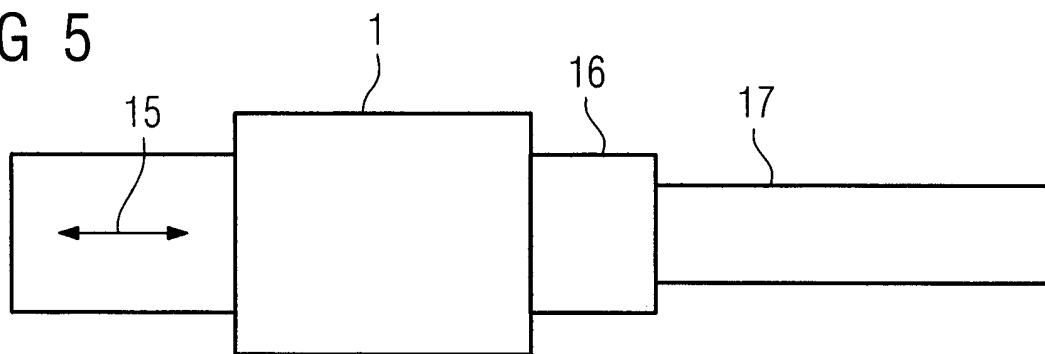


FIG 6

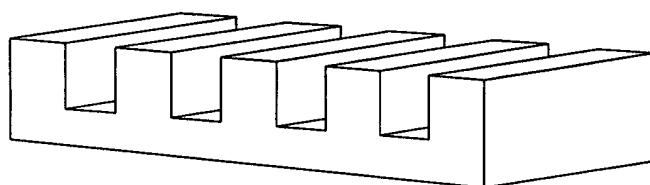


FIG 7

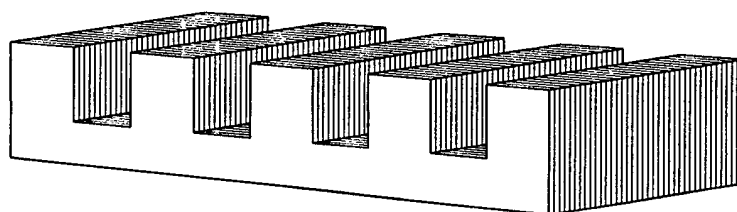


FIG 8

