



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 010 403 A1 2005.09.22

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 010 403.4

(22) Anmeldetag: 03.03.2004

(43) Offenlegungstag: 22.09.2005

(51) Int Cl.7: H02K 33/10  
G08C 23/04

(71) Anmelder:

**BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH,  
81739 München, DE**

(72) Erfinder:

**Bechtold, Mario, 91334 Hemhofen, DE; Nunninger,  
Stefan, 91058 Erlangen, DE; Reinschke,  
Johannes, Dr., 91052 Erlangen, DE**

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

**DE 100 19 226 A1**

**DE 297 13 979 U1**

**Gieras/Piech: Linear Synchronous Motors:**

**Transportation and Automation Systems,**

**CRC-Press,**

**USA, 2000, S. 149-167;**

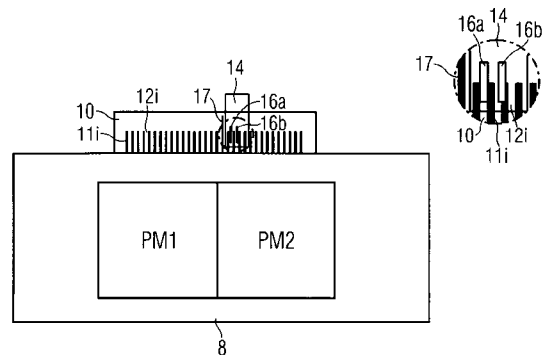
**JP 2002-031054 A, engl. Abstr. aus PAJ;**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Reversierender Linearantrieb mit Mitteln zur Erfassung einer Ankerposition**

(57) Zusammenfassung: Der reversierende Linearantrieb enthält eine Erregerwicklung und einen magnetischen Anker (8), der von dem Magnetfeld der Erregerwicklung in eine lineare, axial oszillierende Bewegung zu versetzen ist. Zur Erfassung der Ankerposition sollen ein sich zumindest über den gesamten axialen Ankerhub erstreckendes Streifenmustererelement (10) mit alternierender Anordnung von lichtdurchlässigen und nicht-lichtdurchlässigen Streifen (12 bzw. 11i) oder von lichtreflektierenden Streifen und nicht-lichtreflektierenden Streifen sowie eine Lichtschranke (14) mit senkrecht bezüglich der axialen Richtung lichtaus-sendenden und lichtempfangenden Teilen vorgesehen sein.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen reversierenden Linearantrieb

- mit mindestens einer mit einem veränderlichen Strom zu beaufschlagenden Erregerwicklung,
- mit einem magnetischen Anker, der von dem Magnetfeld der Erregerwicklung in eine lineare, in einer axialen Richtung mit einem Ankerhub oszillierende Bewegung zu versetzen ist, sowie
- mit Mitteln zur Erfassung der Ankerposition.

**[0002]** Ein solcher Linearantrieb geht aus der JP 2002-031054 A hervor.

**[0003]** Entsprechende Linearantriebe werden insbesondere dafür eingesetzt, Pumpkolben von Verdichtern in eine lineare, oszillierende Schwingung zu versetzen. Das System aus einem derartigen Verdichter und Linearantrieb wird deshalb auch als Linearverdichter bzw. -kompressor bezeichnet (vgl. die eingangs genannte JP-A-Schrift). Bei entsprechenden bekannten Linearverdichtern bildet der z.B. über wenigstens ein Federelement schwingungsfähig aufgehängte Anker ein Feder-Masse-System, das für eine bestimmte Schwingungsfrequenz ausgelegt ist. Dabei wirkt der Verdichter mit seiner Kraft-Weg-Kennlinie in gewisser Weise auch wie eine Feder, die zu der verwendeten Feder quasi parallelgeschaltet ist und somit die Eigenfrequenz des Systems mitbestimmt.

**[0004]** Zu einer Steuerung des Ankerposition solcher reversierender Linearantriebe ist vielfach eine möglichst genaue Erfassung der aktuellen, d.h. tatsächlichen Ankerposition wünschenswert. Hierzu wird bisher entweder die Ankerposition nicht-kontinuierlich erfasst, z.B. diskontinuierlich durch Schließen eines elektrischen Kontaktes, wenn der Anker eine bestimmte Position erreicht hat. Auch eine kontinuierliche Positionsmessung ist bekannt, z.B. über die in der Erregerwicklung induzierte Spannung. Entsprechende Erfassungen der Ankerposition sind jedoch verhältnismäßig ungenau.

**[0005]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, den reversierenden Linearantrieb mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend auszubilden, dass eine hochauflösende Positionsbestimmung der jeweiligen Ankerposition ermöglicht wird.

**[0006]** Diese Aufgabe wird mit den in Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. Demgemäß soll der reversierende Linearantrieb mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend ausgebildet sein, dass seine zumindest zur Erfassung der Ankerposition vorgesehenen Mittel ein sich zumindest über den gesamten axialen Ankerhub erstreckendes Streifenmuster-element mit alternierender Anordnung von

lichtdurchlässigen und nicht-lichtdurchlässigen Streifen oder von lichtreflektierenden und nicht-lichtreflektierenden Streifen sowie wenigstens eine Lichtschranke mit lichtaussendenden und lichtempfangenden Teilen, deren Lichtstrahlen zumindest annähernd senkrecht bezüglich der axialen Richtung und des Streifenmuster-elementes ausgerichtet sind, aufweisen.

**[0007]** Die mit dieser Ausgestaltung des Linearantriebs verbundenen Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, dass eine Positionsmessung und/oder einer aus der Positionsmessung und einer Zeitmessung ableitbaren Geschwindigkeitsmessung des Ankers sehr genau und sehr preiswert unter Verwendung bekannter Lichtschranken ermöglicht wird. Auch eine z.B. drucktechnische Herstellung des Streifenmuster-elementes, beispielsweise nach Art eines „Bar-Codes“, ist ebenfalls kostengünstig und mit ausreichender Präzision möglich. Die genaue und kontinuierliche Ankerpositionsmessung erlaubt dann eine genauere Regelung der Ankerposition insbesondere eines Linearverdichters und trägt so zu einem besseren Wirkungsgrad dieses Verdichters bei. Außerdem gestattet die Positionsmessung zusätzlich größere Toleranzen in der Fertigung, da die absolute Position eines oberen Totpunktes des Ankerhubs relativ zu einer Referenzmarke mit minimalem Zusatzaufwand gemessen und z.B. in einer Motorsteuerung hinterlegt werden kann.

**[0008]** Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen reversierenden Linearantriebs gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor. Dabei kann die Ausführungsform nach Anspruch 1 mit den Merkmalen eines der Unteransprüche oder vorzugsweise auch mit denen aus mehreren Unteransprüchen kombiniert werden. Demgemäß können für den Linearantrieb zusätzlich noch folgende Merkmale vorgesehen werden:

- Das Streifenmuster-element kann zweckmäßig mit dem Anker starr verbunden sein. Gegebenenfalls ist aber auch möglich, dass die mindestens eine Lichtschranke mit dem Anker beweglich angeordnet wird.
- Außerdem kann die Lichtschranke vorteilhaft als eine Doppellichtschranke ausgebildet sein. Eine solche Lichtschranke ermöglicht eine doppelt genaue Ortsauflösung und eine einfache Erfassung der Richtungsumkehr in der Ankerbewegung.
- Ferner können die lichtdurchlässigen Streifen und die nicht-lichtdurchlässigen Streifen oder die lichtreflektierenden Streifen jeweils die gleiche axiale Ausdehnung aufweisen. Gegebenenfalls sind aber auch ungleiche, sich sogar in Abhängigkeit von der axialen Position ändernde axiale Ausdehnungen der einzelnen Streifen möglich.
- Außerdem oder dabei kann die axiale Ausdehnung der lichtdurchlässigen und/oder nicht-licht-

durchlässigen bzw. der lichtreflektierenden und/oder der nicht-lichtreflektierenden Streifen jeweils unter 0,25 mm liegen.

– Das Streifenmuster-element kann insbesondere kammartig ausgebildet sein.

– Besonders vorteilhaft kann das Streifenmuster des Streifenmuster-elementes zusätzlich mindestens einen gesondert auswertbaren Triggerstreifen aufweisen. Entweder kann dieser Triggerstreifen von der vorhandenen Lichtschranke mit erfasst werden; stattdessen ist es auch möglich, das hierzu auch eine weitere (Einfach-)Lichtschranke vorgesehen ist. Mit einem solchen Triggerstreifen kann insbesondere eine Kalibrierung der Absolutposition des Ankers vorgenommen werden.

– Selbstverständlich können neben den Mitteln zur Positionserfassung des Ankers zusätzlich noch weitere Mittel zu einer Erfassung seiner Geschwindigkeit und/oder der Bewegungsrichtung vorgesehen sein.

**[0009]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen reversiblen Linearantriebs gehen aus den vorstehend nicht angesprochenen Unteransprüchen und der Zeichnung hervor.

**[0010]** Die Erfindung wird nachfolgend an Hand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung noch weiter erläutert. Von deren Figuren zeigen

**[0011]** Fig. 1 im Querschnitt einen Teil durch einen erfindungsgemäßen reversierenden Linearantrieb,

**[0012]** deren Fig. 2 und Fig. 3 zwei Ausbildungsmöglichkeiten einer Doppellichtschranke für eine solche Antrieb,

**[0013]** deren Fig. 4 ein simuliertes Messdiagramm einer zeitabhängigen Ankerpositionsmessung unter Verwendung einer entsprechenden Doppellichtschranke und

deren Figur ein simuliertes Messdiagramm einer zeitabhängigen Ankergeschwindigkeitsmessung mit einer solchen Doppellichtschranke.

**[0014]** In den Figuren sind sich entsprechende Teile jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

**[0015]** Bei dem in Fig. 1 angedeuteten reversiblen Linearantrieb nach der Erfindung wird von an sich bekannten Ausführungsformen ausgegangen, wie sie für Linearverdichter vorgesehen werden (vgl. die eingangs genannte JP-A-Schrift). Die Figur zeigt schematisch im Wesentlichen nur den oberen Teil eines Querschnitts durch einen solchen Linearantrieb **2**; d.h., in der Figur sind nur die Einzelheiten dargestellt, die sich auf einer Seite einer Achse oder Ebene A, welche sich in einer axialen Schwingungsrichtung er-

streckt, befinden. Weitere, nicht dargestellte Teile sind an sich bekannt. Der Linearantrieb **2** umfasst mindestens eine Erregerwicklung **4**, der wenigstens ein magnetflussführender Jochkörper **5** zugeordnet ist. In einer kanalartigen oder schlitzartigen Bereich **7** unterhalb dieses Jochkörpers befindet sich ein magnetischer Anker oder Ankerteil **8** mit beispielsweise zwei axial hintereinander angeordneten Permanentmagneten. Deren Magnetisierungsrichtungen sind durch gepfeilte Linien m1 und m2 angedeutet sind. Der auch als „Ankerschlitten“ bezeichnete Anker weist axial seitliche, nicht näher ausgeführte Verlängerungsteile auf. Er kann in dem veränderlichen Magnetfeld der Wicklung **4** in axialer Richtung eine oszillierende Bewegung z.B. um eine Position (smarke) P ausführen. Für die Darstellung in der Figur wurde vereinfachend davon ausgegangen, dass die Oszillation bzgl. der Position P so erfolgt, dass die maximale Auslenkung aus dieser Position in axialer Richtung x, d.h. die Schwingungsamplitude, mit den Werten +L bzw. -L zu bezeichnen ist. Der Ankerhub H wäre folglich  $|2 \cdot L|$ . Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Position P nicht ortsfest sein muss. Insbesondere beim einem Einschwingvorgang kann die Position P deutlich von der für eine Ankerbewegung unter Normalbedingungen angenommenen abweichen. D.h., die Ankerschwingung ist im Allgemeinen nicht andauernd symmetrisch zur Position P. Sähe man die Position P als ortsfest an, so wären die diesbezüglich positiven und negativen Hubanteile vielfach nicht gleich groß.

**[0016]** Wie ferner in der Figur angedeutet ist, können bei dem gewählten Ausführungsbeispiel zwei ortsfest eingespannte Blattfedern **9** und **9'** zu beiden Seiten der Position P an verlängerten Teilen des Ankers **8** angreifen. Ferner kann vorteilhaft an zumindest einer Seite des Verlängerungsteils des Ankers **8** dieser starr mit einem Pumpkolben eines in der Figur nicht näher dargestellten Verdichters V verbunden sein.

**[0017]** Fig. 2 zeigt den Anker **8** eines erfindungsgemäßen Linearantriebs mit zwei Permanentmagneten PM1 und PM2. Auf dem Anker befindet sich quasi als ein „Reiter“ ein Streifenmuster-element **10** in Form eines Lichtschrankenkamms, wie er z.B. von linearen optischen Sensoren her bekannt ist (vgl. das Buch „Linear Synchronous Motors : Transportation and Automation Systems“ von J.F.Gieras & Z.J.Piech, CRC Press, USA, 2000, Seiten 149 bis 167). Das Streifenmuster-element **10** weist in axialer Richtung alternierend hintereinander angeordnete lichtundurchlässige, linienartige Streifen **11i** und entsprechende lichtdurchlässige, linienartige Streifen **12i** auf, die vorzugsweise alle eine gleiche axiale Ausdehnung bzw. Breite von insbesondere unter 0,25 mm besitzen. Zur Verdeutlichung sind in der Figur die Streifen **11i** durch schwarze Linien und die dazwischen liegenden lichtdurchlässigen Streifen **12i** durch hell gelassene Zwi-

schenräume veranschaulicht. Vorzugsweise deckt die Anordnung aus lichtdurchlässigen und lichtundurchlässigen Streifen zumindest den gesamten axialen tatsächlichen Hub H des Ankers **8** ab.

**[0018]** Der Lichtschrankenamm kann aus lichtundurchlässigem Material bestehen und mechanisch zackenförmig ausgebildet sein. Alternativ besteht er aus lichtdurchlässigem Material und ist mit einem lichtundurchlässigen Streifenmuster bedruckt. Wenn der Ankerschlitten selbst aus lichtdurchlässigem Material besteht (z.B. GFK, das IR-durchlässig ist), so kann der Lichtschrankenamm auch durch direktes Bedrucken des Schlittenmaterials erzeugt werden.

**[0019]** Der Lichtschrankenamm **10**, der sich mit dem Anker **8** bewegt, durchfährt eine unbewegliche, ortsfest installierte Transmissions-Lichtschranke **14**, deren alternierendes Signal über die bekannte Periodenlänge (= Breite zweier benachbarter Streifen, von denen einer lichtdurchlässig und der andere lichtundurchlässig ist) des Lichtschrankenamms eine Positionsmessung zulässt. Für das Ausführungsbeispiel sei eine Doppellichtschranke ausgewählt, obwohl auch eine Einfach-Lichtschranke geeignet ist. Eine Doppellichtschranke ermöglicht eine doppelt genaue Ortsauflösung und eine Erfassung der Richtungsumkehr der Ankerbewegung. Aber auch mit einer Einfach-Lichtschranke sind entsprechende Werte zu erreichen, z.B. durch eine Verfeinerung des Streifenmusters und eine Messung der von der Ankerbewegung in der Erregerwicklung induzierten Spannung, die bei einer Ankerumkehr null ist. Die beide Lichtstrahlen der gewählten Transmissions-Doppellichtschranke **14** sind senkrecht bezüglich der axialen Richtung und des Streifenmusterelementes **10** ausgerichtet sind. Deren beide Lichtschrankenelemente **16a** und **16b** sind dabei vorteilhaft so axial positioniert, dass sie nicht dasselbe Rastermaß wie benachbarte lichtdurchlässige Streifen **12i** haben, sondern ihre Mitten weiter beabstandet sind als die Mitten benachbarter Streifen. Die örtliche Auflösung der Doppellichtschranke **14** liegt bei ca. 1/4 der Periodenlänge des Lichtschrankenamms. Außerdem ermöglicht die Doppellichtschranke die Erkennung der Bewegungsrichtung des Ankers.

**[0020]** In dem Übergang zwischen hell und dunkel ist weitere Information enthalten. Durch Subtraktion oder Addition der beiden Lichtschrankensignale entstehen neben den 90°-Signalen noch 45°-Signale, wodurch die Auflösung auf 1/8 der Periodenlänge erhöht werden kann. Hierzu und auch sonst sollte die Periodenlänge des Streifenmusters auf den axialen Abstand der beiden Lichtschrankenkollektoren der Doppellichtschranke abgestimmt sein.

**[0021]** Der als Ausführungsform des Streifenmusterelements **10** vorgesehene Lichtschrankenamm enthält vorteilhaft zusätzlich noch mindestens einen

Triggersignalstreifen **17** z.B. in Form eines längeren Striches. Dieser Streifen ist vorzugsweise an einer Stelle angeordnet, wo die Ankergeschwindigkeit nahe ihres Maximums ist. Das Triggersignal, das einer bekannten Position entspricht, dient in erster Linie der Kalibrierung der Ortsmessung, die vorteilhaft in jeder Halbwelle der Ankerbewegung durchgeführt wird. Des Weiteren kann das Triggersignal als solches vorteilhaft in einem Algorithmus zur Regelung der Ankerposition verwendet werden.

**[0022]** Durch geeignete halbüberlappende Anordnung der Doppellichtschranke **14** gemäß **Fig. 2** kann die Doppellichtschranke direkt zur Auswertung des Triggersignals verwendet werden. Da beispielsweise LED-Fototransistorpaare der Transmissions-Doppellichtschranke **14** geometrisch höher als breit gewählt werden und vertikal so anzuordnen sind, dass der normale Lichtschrankenamm ohne Triggerstreifen **17** nur etwa halb abgedeckt wird, kann so an der Signalamplitude, die die Doppellichtschranke liefert, auch das Überfahren des Triggersignalstreifens erkannt werden.

**[0023]** Das Triggersignal wird zwingend nur während des Motoranlaufes benötigt. Eine kostengünstige Variante nutzt daher zum Auswerten des Triggersignals einen Signaleingang z.B. AD-Wandler, der am Anfang des Anlaufes noch nicht zwingend benötigt wird. z.B. den AD-Eingang eines Stromsensors.

**[0024]** Alternativ liegt die Referenzmarke außerhalb des Normarbeitsbereichs. Durch einmaliges Überschreiten des Normbereichs beim Anlauf kann so mit den selben Sensoren die absolute Ankerposition detektiert werden.

**[0025]** Unabhängige Messverfahren wie z.B. eine elektrische Kontaktmessung bei Berührung einer Referenzmarke können ebenfalls als Referenzverfahren eingesetzt werden. Auf das vorbeschriebene optische Triggersignal könnte dann gegebenenfalls verzichtet werden. Wird eine entsprechende Referenzmarke zu einem oberen oder unteren Anschlag bzw. Totpunkt einer Last wie z.B. eines Kompressorkolbens justiert, so können die Koordinatensysteme der Last und somit des Antriebs kalibriert werden.

**[0026]** Der Lichtschrankenamm kann auch nicht-äquidistant ausgeprägt sein mit maximaler Ortsauflösung nahe der Ankerumkehrpunkte und verringerter Ortsauflösung im Bereich maximaler Ankergeschwindigkeit.

**[0027]** Durch zeitliche Differentiation der mit der Lichtschranke gemessenen Position ergibt sich ein Messwert für die Ankergeschwindigkeit.

**[0028]** Alternativ kann dieses transmissive Verfahren auch reflektiv aufgebaut sein. Hierzu muss das

Streifenmustererelement mit spiegelnden und absorbierende Strichmustern versehen sein. Ein reflektives Verfahren hat den Vorteil, dass man auf gegenüberliegenden Seitenflächen des Ankers bzw. eines damit verbundenen Trägers Streifenmuster aufbringen kann, die gegebenenfalls sogar unterschiedlich hinsichtlich Streifenbreite und -anordnung sind. Hiermit lässt sich nicht nur die Messgenauigkeit erhöhen; es kann eine Seite auch zu einer Referenzmessung dienen.

**[0029]** Während des Anlaufs bei Druckausgleich eines mit dem Linearantrieb mechanisch gekoppelten Verdichters können weiterhin durch eine spezielle Ansteuerung der Kolbenanschlag dieses Verdichters sowie ein weiterer Anschlag auf der kolbenabgewandten Seite „sanft“ bestimmt werden. Die kolbenabgewandte Seite kann in allen Betriebszuständen vom Antrieb erreicht werden und kann somit als betriebszustandsunabhängiges Referenzsignal beim Anlaufen genutzt werden.

**[0030]** Das Streifenmustererelement mit Auswertung kann weiterhin bei der Herstellung des Antriebes zur Vermessung der mechanischen Toleranzen in Bewegungsrichtung sowie der Funktionsprüfung eingesetzt werden z.B. Messen des Hubes, Messen der Anschläge, gegebenenfalls auch bei einer Fremdbewegung.

**[0031]** Die Ausführungsform des Ankers **8** mit einem Streifenmustererelement und Doppellichtschranke nach **Fig. 3** unterscheidet sich von der nach **Fig. 2** im Wesentlichen dadurch, dass eine Transmissions-Doppellichtschranke **14** verwendet wird, die von dem normalen Lichtschrankenamm eines Streifenmustererelementes **20** ohne Triggerstreifen voll abgedeckt wird. Das durch einen Triggerstreifen **21** hervorgerufene Triggersignal wird dann mit einer zusätzlichen Transmissions-Einfachlichtschranke **22** erkannt.

**[0032]** Das Diagramm der **Fig. 4** zeigt die Messung der Ankerposition  $x$  (in mm) in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  (in s) für eine konkrete Ausführungsform einer linearen Linearantrieb.

**[0033]** In entsprechender Darstellung zeigt das Diagramm der **Fig. 5** für diese konkrete Ausführungsform die Messung der Ankergeschwindigkeit  $v_A$  (in m/s) in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  (in s). In dem Diagramm sind bezeichnet mit K1 die Kurve der realen Geschwindigkeit, mit K2 die Kurve des geglätteten Lichtschrankenmesswertes, mit K3 die Kurve des Lichtschranken-Geschwindigkeitsmesswertes und mit K4 der zum Triggerzeitpunkt ermittelte und danach gehaltene Geschwindigkeitswert.

**[0034]** Selbstverständlich sind neben den vorstehend angesprochenen Mitteln zu einer optischen Erfassung der Ankerposition und abgeleiteter Größen wie Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung zusätzlich noch weitere, an sich bekannte, nicht-optische Mittel bei einem erfindungsgemäßen Linearantrieb zur Anwendung zu bringen. So kann beispielsweise eine -Kalibrierung der Absolutposition des Ankers über ein unabhängiges, anderweitiges Triggersignal wie z.B. mittels eines elektrischen Kontaktes erfolgen.

**[0035]** Bei den in den Figuren angedeuteten Streifenmustererelementen wurde davon ausgegangen, dass diese starr mit dem Ankerschlitten verbunden sind und die Einfach- oder Doppellichtschranke ortsfest angeordnet ist. Da es aber nur auf die Relativbewegung zwischen diesen Teilen ankommt, könnte sich z.B. die Lichtschranke auch auf dem Ankerschlitten befinden bei ortsfestem Streifenmustererelement oder anderweitig beweglich befestigt sein.

### Patentansprüche

1. Reversierender Linearantrieb
  - mit mindestens einer mit einem veränderlichen Strom zu beaufschlagenden Erregerwicklung,
  - mit einem magnetischen Anker, der von einem Magnetfeld der Erregerwicklung in eine lineare, in einer axialen Richtung mit einem Ankerhub oszillierende Bewegung zu versetzen ist,
  - sowie
  - mit Mitteln zur Erfassung der Ankerposition, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel zur Erfassung zumindest der Ankerposition
  - ein sich zumindest über den gesamten axialen Ankerhub (H) erstreckendes Streifenmustererelement (**10, 20**) mit alternierender Anordnung von lichtdurchlässigen Streifen (**12i**) und nicht-lichtdurchlässigen Streifen (**11i**) oder von lichtreflektierenden Streifen und nicht-lichtreflektierenden Streifen sowie
  - wenigstens eine Lichtschranke (**14**) mit lichtaussendenden und lichtempfangenden Teilen, deren Lichtstrahlen zumindest annähernd senkrecht bezüglich der axialen Richtung und des Streifenmustererelementes (**10, 20**) ausgerichtet sind, aufweisen.
2. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Streifenmustererelement (**10,20**) mit dem Anker (**8**) starr verbunden ist.
3. Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtschranke (**14**) als eine Doppellichtschranke ausgebildet ist.
4. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die lichtdurchlässigen und nicht-lichtdurchlässigen Streifen (**12i, 11i**) oder die lichtreflektierenden und nicht-licht-

reflektierenden Streifen jeweils die gleiche axiale Ausdehnung aufweisen.

5. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der lichtdurchlässigen Streifen (**12i**) und/oder der nicht-lichtdurchlässigen Streifen (**11i**) bzw. der lichtreflektierenden Streifen und/oder nicht-lichtreflektierenden Streifen ungleiche axiale Ausdehnungen aufweisen.

6. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Ausdehnung der lichtdurchlässigen und/oder nicht-lichtdurchlässigen Streifen (**12i** bzw. **11i**) bzw. der lichtreflektierenden und/oder nicht-lichtreflektierenden Streifen jeweils unter 0,25 mm liegt.

7. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine kammartige Ausbildung des Streifenmusterelementes (**10**).

8. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Streifenmusterelement (**10**) zusätzlich mindestens einen Triggerstreifen (**17, 21**) aufweist.

9. Antrieb nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Triggerstreifen (**17, 21**) in einem Bereich nahe der maximalen Geschwindigkeit des schwingenden Ankerteils (**8**) angeordnet ist.

10. Antrieb nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Triggerstreifen (**17**) von der Lichtschranke (**14**) mit zu erfassen ist.

11. Antrieb nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass dem Triggerstreifen (**21**) eine gesonderte Lichtschranke (**22**) zugeordnet ist.

12. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich Mittel zu einer Erfassung der Geschwindigkeit des Ankers (**8**) und/oder dessen Bewegungsrichtung vorgesehen sind.

13. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Anker (**8**) mit einem Pumpkolben eines Verdichters (V) starr verbunden ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG 1

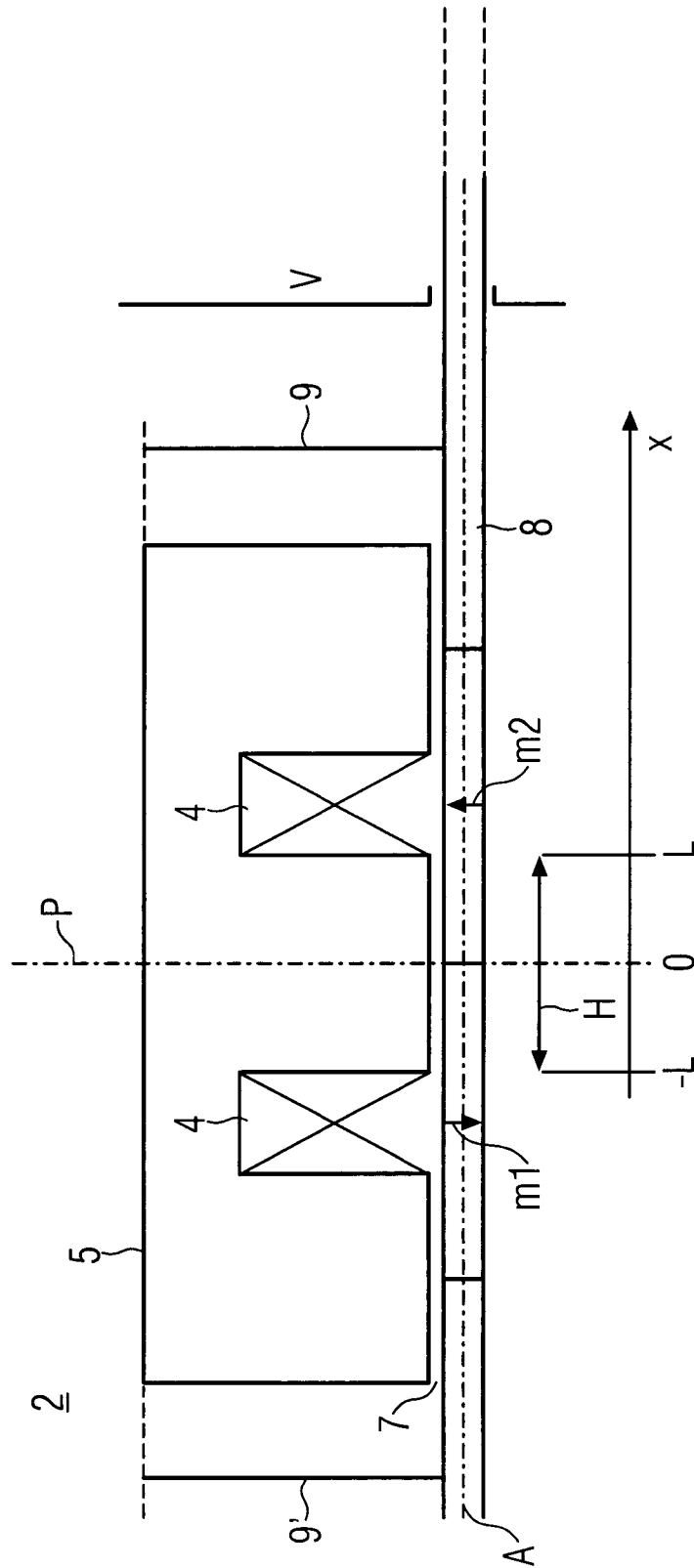


FIG 2

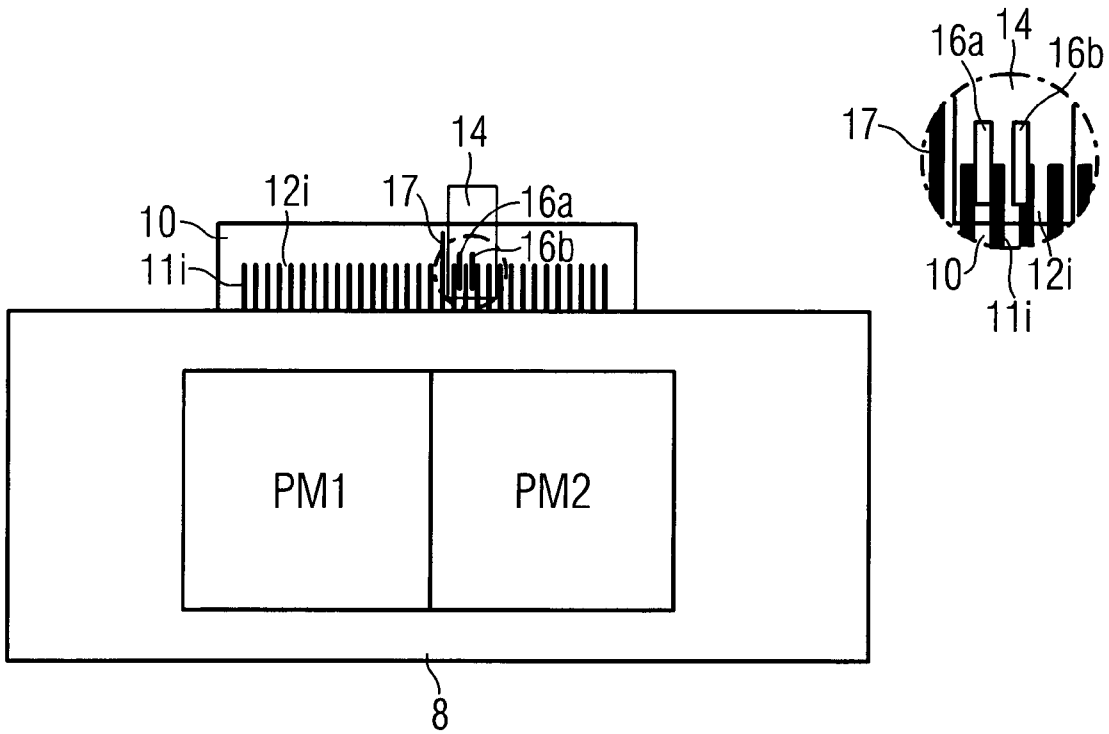


FIG 3

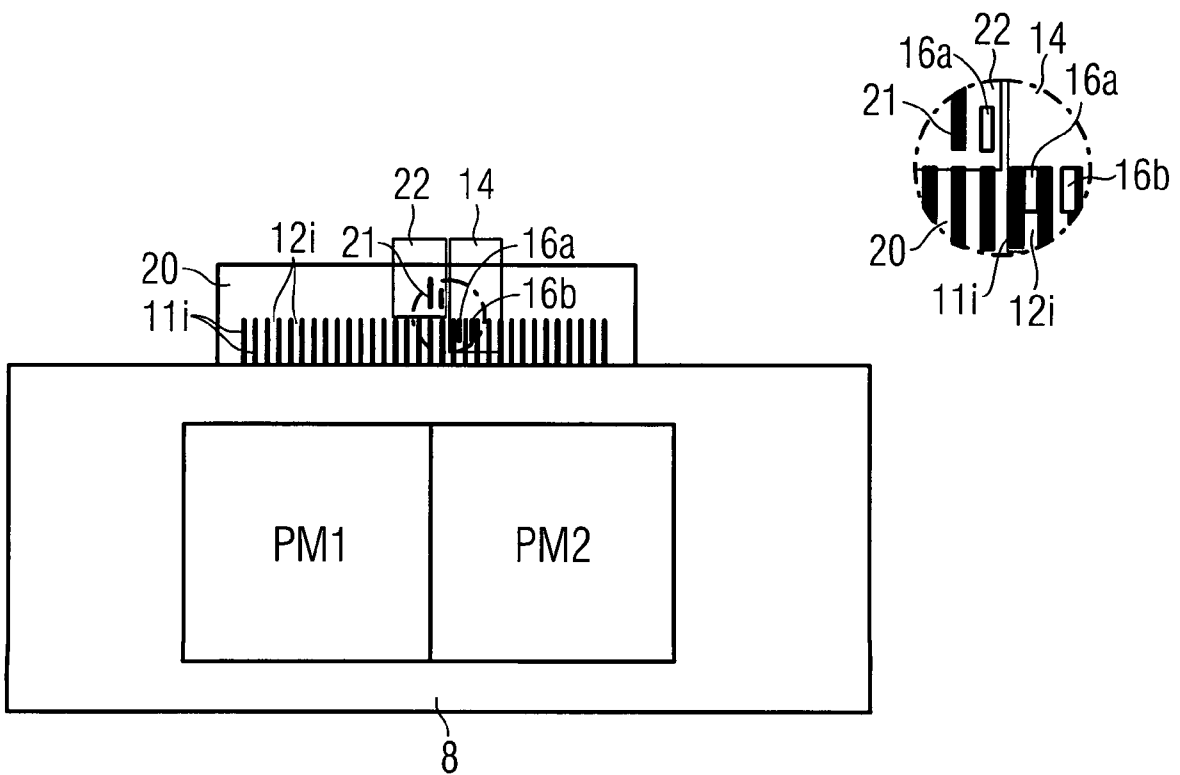




FIG 4

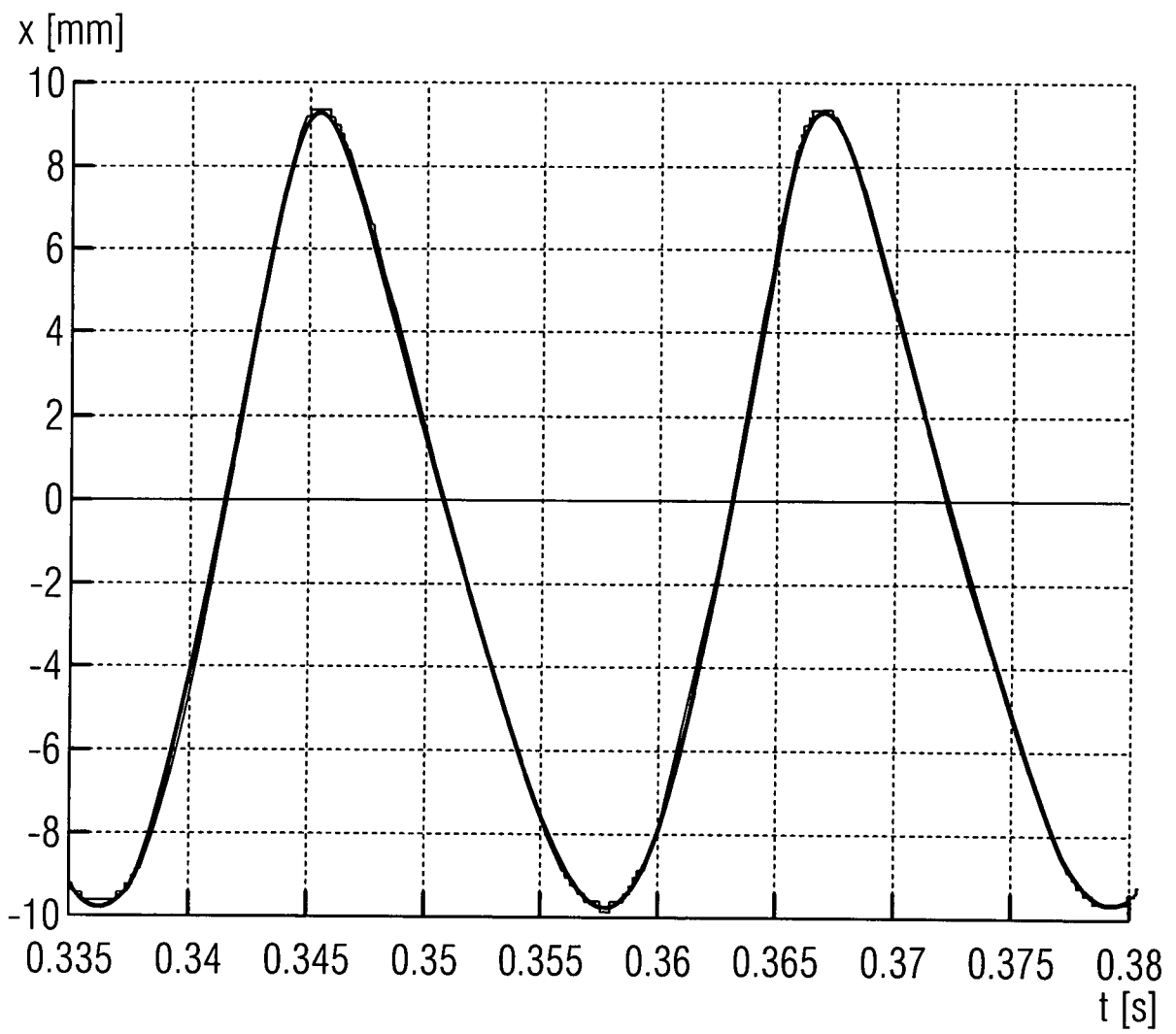


FIG 5

