



(10) **DE 10 2021 127 495 A1** 2023.04.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 127 495.8**

(22) Anmeldetag: **22.10.2021**

(43) Offenlegungstag: **27.04.2023**

(51) Int Cl.: **H02K 9/22** (2006.01)

**H02K 9/19** (2006.01)

**H02K 41/02** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**MARCO Systemanalyse und Entwicklung GmbH,  
85221 Dachau, DE**

(72) Erfinder:  
**Reuter, Martin, 85221 Dachau, DE**

(74) Vertreter:  
**Manitz Finsterwald Patent- und  
Rechtsanwaltpartnerschaft mbB, 80336  
München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

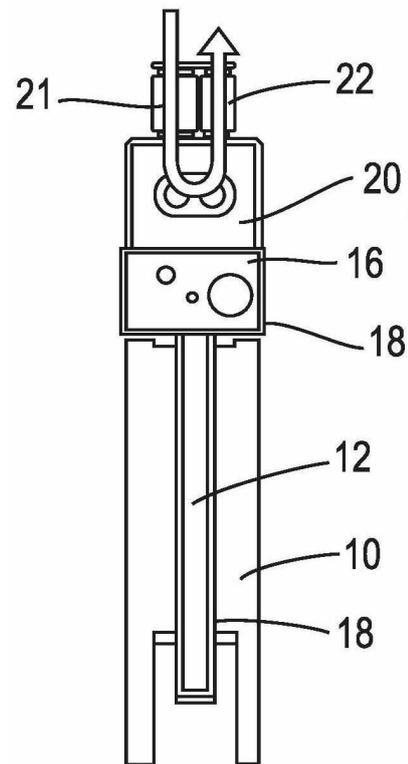
DE	10 2014 016 171	A1
DE	10 2019 200 213	A1
US	2004 / 0 032 170	A1
US	2006 / 0 175 907	A1
WO	2009/ 068 080	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **LINEARMOTOR**

(57) Zusammenfassung: Ein Linearmotor umfasst einen Stator mit Permanentmagneten und einen in dem Stator linear verschiebbar angeordneten Läufer, der zumindest eine elektrische Spule enthält. Der Läufer ist mit einer Wärmeleitschicht versehen, die mit einer flüssiggekühlten Wärmesenke wärmeleitend verbunden ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Linearmotor mit Wasserkühlung, umfassend einen Stator mit Permanentmagneten und einen in dem Stator linear verschiebbar angeordneten Läufer, der zumindest eine elektrische Spule enthält.

**[0002]** Gekühlte Linearmotoren sind aus dem Stand der Technik bekannt. Bei luftgekühlten Linearmotoren wird bei bestimmten Anwendungen Luft als Luftvorhang aus Düsen in einen dünnen Spalt zwischen dem Stator und dem Läufer geblasen. Die geringe Wärmekapazität von Luft führt jedoch zu einer ineffektiven Kühlung, zumal die eingesetzte Luftmenge sehr groß sein muss. Darüber hinaus ist eine derartige Kühlung bei Anwendungen in einem Reinraum problematisch, da es hierbei zu einem Transport von Flüssigkeitstropfen kommen kann und da eine turbulente Strömung in einem Reinraum unerwünscht ist.

**[0003]** Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Linearmotor zu schaffen, der in einem Reinraum einsetzbar ist und eine effektive Kühlung zur Verfügung stellt.

**[0004]** Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Anspruchs 1 und insbesondere dadurch, dass bei einem Linearmotor der vorstehend beschriebenen Art an dem Läufer eine Wärmeleitschicht vorgesehen ist, die mit einer flüssiggekühlten Wärmesenke wärmeleitend verbunden ist.

**[0005]** Erfindungsgemäß basiert die Kühlung des Läufers nicht auf Wärmestrahlung, sondern auf Wärmeleitung. Hierzu ist der Läufer mit einer Wärmeleitschicht versehen, die im Läufer entstehende Wärme zu einer flüssiggekühlten Wärmesenke abführt. Da beispielsweise Wasser bei gleichem Volumen eine wesentlich größere Wärmekapazität wie Luft besitzt, kann die Wärmesenke beispielsweise mit Wasser gekühlt werden, um den Läufer zu temperieren.

**[0006]** Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in der Beschreibung, der Zeichnungen sowie den Unteransprüchen beschrieben.

**[0007]** Nach einer ersten vorteilhaften Ausführungsform kann die Wärmeleitschicht elektrisch leitend sein. Derartige Materialien besitzen üblicherweise eine hohe Wärmeleitfähigkeit und eignen sich deshalb gut zur Abführung von Wärme.

**[0008]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die Wärmeleitschicht eine Metallfolie, insbesondere eine Kupferfolie sein. Mit einer solchen Folie kann ein Stator des Linearmotors großflächig beschichtet werden. Die Folie kann eine

Dicke von weniger als 0,5 mm aufweisen, beispielsweise 0,2 mm.

**[0009]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann der Läufer nur an einer Seite mit der Wärmeleitschicht versehen sein. Um die Übertragung von Wärme an die Wärmesenke mittels Wärmeleitung zu optimieren, kann der Läufer nach einer weiteren Ausführungsform an zumindest zwei und insbesondere an drei Seiten von der Wärmeleitschicht umhüllt sein.

**[0010]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die Wärmeleitschicht schlitzartige Unterbrechungen aufweisen. Dies hat den Vorteil, dass im Fall einer elektrisch leitenden Wärmeleitschicht Wirbelströme in der Wärmeleitschicht unterbunden werden, sodass auf den Läufer kein unerwünschtes Bremsmoment ausgeübt wird, wenn sich dieser bewegt.

**[0011]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform können die Unterbrechungen zumindest abschnittsweise parallel und/oder geradlinig verlaufen, was die Herstellung des Linearmotors vereinfacht und Wirbelströme wirksam unterbindet.

**[0012]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann es vorteilhaft sein, wenn die Unterbrechungen zumindest abschnittsweise mäandertförmig verlaufen, da hierdurch ein formschlüssiges Verkleben der Wärmeleitschicht mit dem Läufer möglich ist, wobei gleichzeitig die Trennlinie zwischen zwei benachbarten Bereichen der Wärmeleitschicht, die durch die Unterbrechungen voneinander getrennt sind, vergrößert ist. Hierdurch wird eine besonders gute Befestigung der Wärmeleitschicht an dem Läufer erzielt, da jeder Teilabschnitt der Wärmeleitschicht entlang eines relativ großen Umfangs verklebt werden kann.

**[0013]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann der Läufer quaderförmig sein und zwei parallele Hauptflächen und eine diese verbindende Stirnseite aufweisen. Die Fläche dieser Stirnseite ist verglichen zu den Hauptflächen sehr klein, sodass es vorteilhaft sein kann, die Unterbrechungen an der Stirnseite des Quaders mäandertförmig verlaufen zu lassen, um dort ein formschlüssiges Verkleben der Teilbereiche der Wärmeleitschicht zu ermöglichen.

**[0014]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die Wärmesenke auf dem Läufer angeordnet sein, sodass diese mit dem Läufer mitbewegt wird.

**[0015]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die Wärmesenke ein flüssiggekühl-

ter Kühlblock sein, der insbesondere in wärmeleitender Verbindung mit der Wärmeleitschicht steht.

**[0016]** Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung rein beispielhaft anhand einer vorteilhaften Ausführungsform und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

**[0017]** Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Seitenansicht eines Linearmotors;

**Fig. 2** eine perspektivische Ansicht des Läufers des Linearmotors von **Fig. 1**;

**Fig. 3** eine weitere perspektivische Ansicht des Läufers von **Fig. 2**; und

**Fig. 4** eine stark vergrößerte Teilansicht entsprechend dem Detail IV von **Fig. 3**.

**[0018]** **Fig. 1** zeigt eine schematische Seitenansicht eines Linearmotors mit einem Stator 10, in dem auf bekannte Weise zu beiden Seiten eines Läufers 12 nicht näher dargestellte Permanentmagnete angeordnet sind. Der Läufer 12 ist in dem Stator 10 (senkrecht zur Zeichenebene) linear verschiebbar und kann durch eine oder mehrere elektrische Spulen, die in dem Läufer 12 angeordnet sind, auf bekannte Art und Weise durch geeignete Bestromung der Spulen linear verschoben werden.

**[0019]** Der Läufer 12 ist grundsätzlich quaderförmig aufgebaut und besitzt zwei parallele Hauptflächen und eine diese verbindende Stirnseite 14. Weiterhin weist der Läufer 12 gegenüber der Stirnseite 14 einen Anschlussblock 16 auf, in dem elektrische Anschlussleitungen für die Spulen untergebracht sind.

**[0020]** Erfindungsgemäß ist der Läufer 12 mit einer Wärmeleitschicht 18 versehen, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel als dünne Kupferfolie ausgebildet ist. Der Läufer 12 ist sowohl an den beiden Hauptflächen wie auch an der unteren Stirnfläche 14 von der Wärmeleitschicht 18 umhüllt und die Wärmeleitschicht 18 umhüllt zudem den Anschlussblock 16 und ist bis zu dessen Oberseite geführt. Auf der Oberseite des Anschlussblocks 16 ist eine Wärmesenke 20 vorgesehen, die flüssiggekühlt ist und die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel als flüssiggekühlter Kühlblock 20 ausgebildet ist. Der Kühlblock 20 besitzt an seiner Oberseite eine Zuleitung 21 und eine Ableitung 22 für Kühlflüssigkeit, beispielsweise Wasser und das Innere des Kühlblocks 20 ist mit Kühlkanälen versehen, um die Kühlflüssigkeit durch den Kühlblock 20 zu leiten.

**[0021]** Wie **Fig. 1** verdeutlicht, ist das jeweilige obere Ende der Wärmeleitschicht 18 zwischen den Kühlblock 20 und den Anschlussblock 16 geklemmt,

sodass eine gute Wärmeübertragung zwischen der Wärmeleitschicht 18 und dem Kühlblock 20 stattfinden kann.

**[0022]** Zur Unterdrückung von Wirbelströmen weist die Wärmeleitschicht 18 eine Vielzahl von schlitzartigen Unterbrechungen 24 auf, die an den beiden Hauptflächen des Läufers 12 sowie an dessen unterer Stirnfläche 14 vorgesehen sind. An den beiden Hauptflächen unterteilen die schlitzartigen Unterbrechungen 24 die Wärmeleitschicht in parallel beabstandete Streifen, da die Unterbrechungen in diesem Bereich parallel und geradlinig verlaufen. An der unteren Stirnfläche 14 des Läufers 12 sind die Unterbrechungen jedoch mäanderförmig gestaltet (vgl. **Fig. 4**), wobei Wärmeleitschicht 18 in diesem Bereich formschlüssig mit dem Läufer 12 verklebt ist.

### Patentansprüche

1. Linearmotor mit Wasserkühlung, umfassend einen Stator (10) mit Permanentmagneten und einen in dem Stator (10) linear verschiebbar angeordneten Läufer (12), der zumindest eine elektrische Spule enthält, wobei der Läufer (12) mit einer Wärmeleitschicht (18) versehen ist, die mit einer flüssiggekühlten Wärmesenke (20) wärmeleitend verbunden ist.

2. Linearmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmeleitschicht (18) elektrisch leitend ist.

3. Linearmotor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmeleitschicht eine Metallfolie, insbesondere eine Kupferfolie (18) ist.

4. Linearmotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Läufer (12) zumindest an zwei Seiten von der Wärmeleitschicht (18) umhüllt ist.

5. Linearmotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmeleitschicht (18) schlitzartige Unterbrechungen (24) aufweist.

6. Linearmotor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Unterbrechungen (24) zumindest abschnittsweise parallel und/oder geradlinig verlaufen.

7. Linearmotor nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Unterbrechungen (24) zumindest abschnittsweise mäanderförmig verlaufen.

8. Linearmotor nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Läufer quaderförmig ist

und zwei parallele Hauptflächen und eine diese verbindende Stirnseite (14) aufweist, und dass die Unterbrechungen (24) an der Stirnseite des Quaders mäanderförmig verlaufen.

9. Linearmotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmesenke (20) auf dem Läufer (12) angeordnet ist.

10. Linearmotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmesenke ein flüssiggekühlter Kühlblock (20) ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

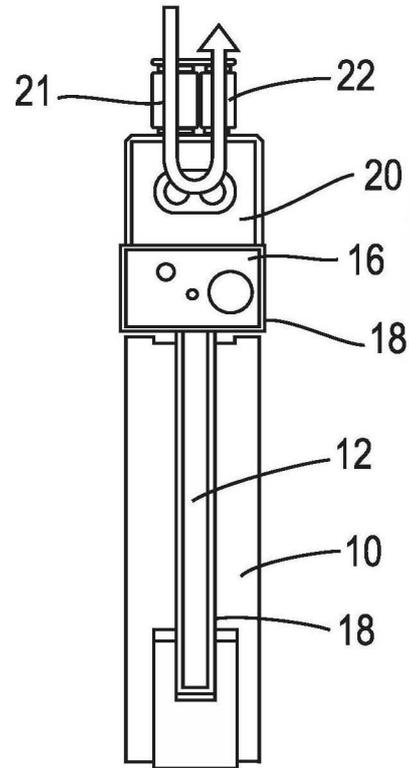


Fig. 1

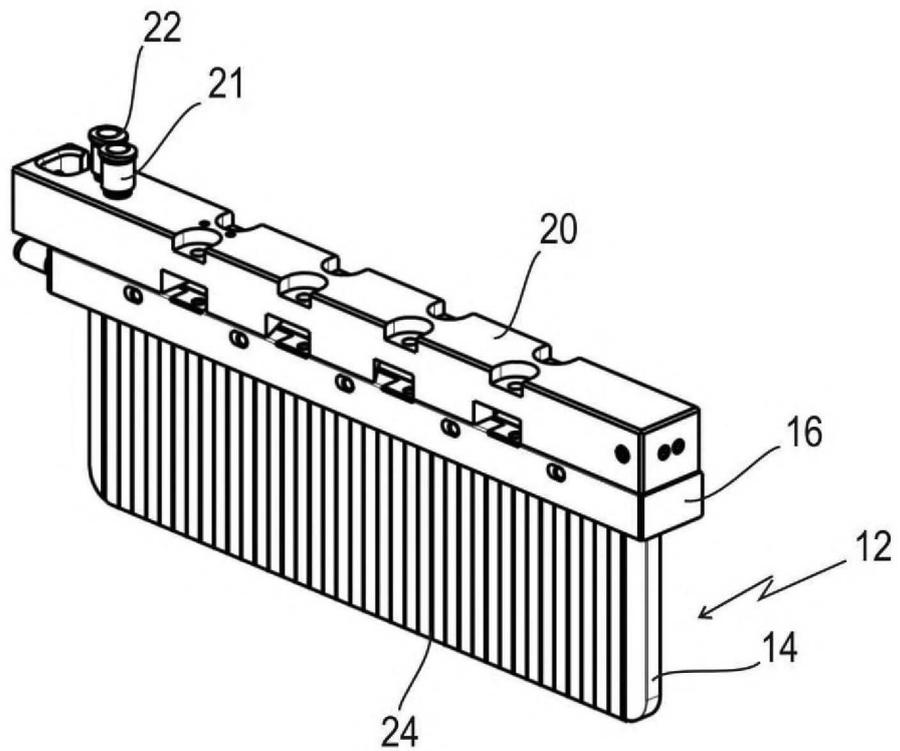


Fig. 2

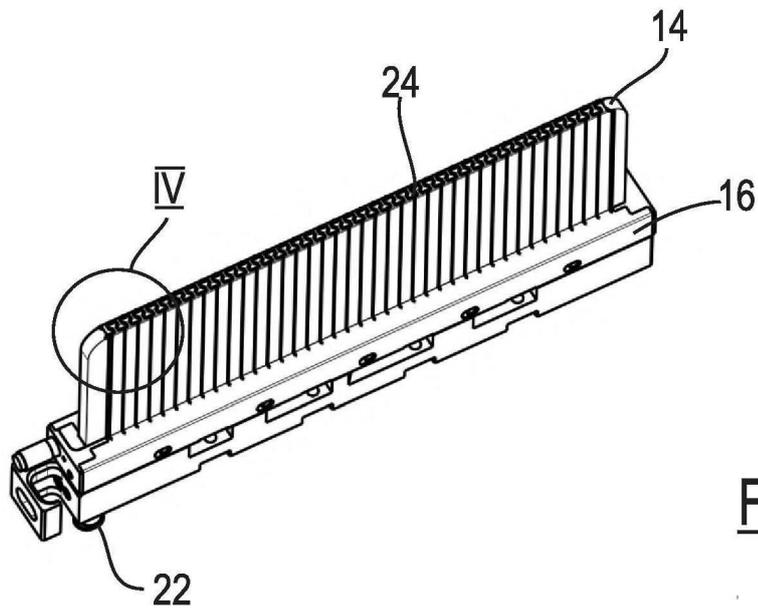


Fig. 3

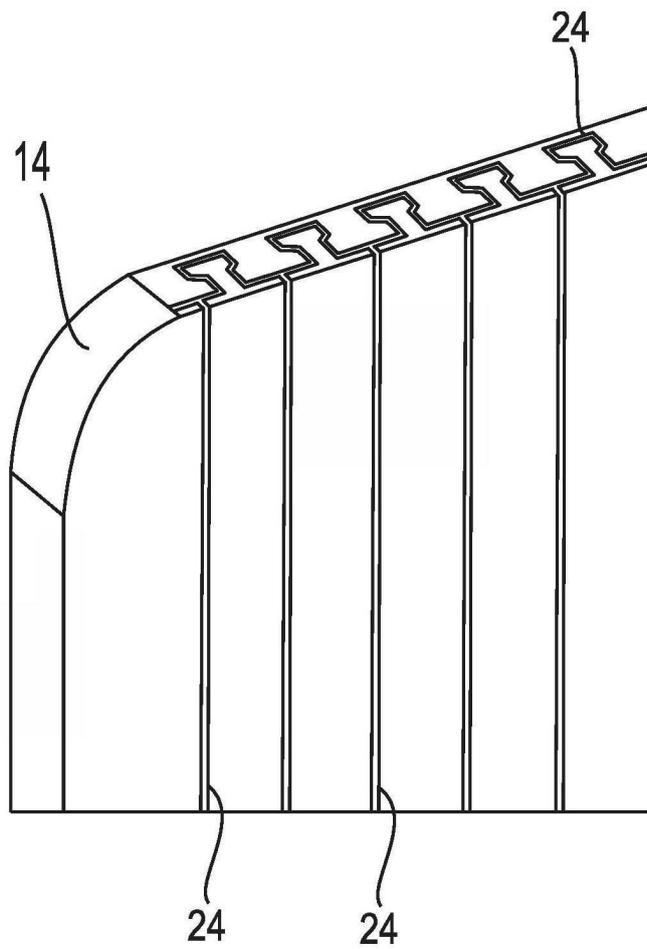


Fig. 4