



(10) **DE 10 2022 117 040 A1** 2023.11.23

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 117 040.3**

(22) Anmeldetag: **08.07.2022**

(43) Offenlegungstag: **23.11.2023**

(51) Int Cl.: **B21F 3/04 (2006.01)**

H02K 15/08 (2006.01)

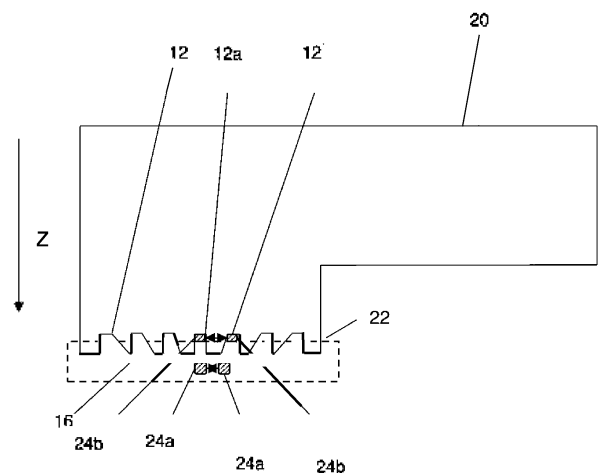
(66) Innere Priorität 10 2022 112 365.0 17.05.2022	(56) Ermittelter Stand der Technik: <table><tr><td>DE</td><td>10 2015 120 661</td><td>A1</td></tr><tr><td>EP</td><td>3 659 244</td><td>B1</td></tr><tr><td>EP</td><td>3 512 079</td><td>A1</td></tr><tr><td>WO</td><td>2018/ 091 163</td><td>A1</td></tr></table>	DE	10 2015 120 661	A1	EP	3 659 244	B1	EP	3 512 079	A1	WO	2018/ 091 163	A1
DE	10 2015 120 661	A1											
EP	3 659 244	B1											
EP	3 512 079	A1											
WO	2018/ 091 163	A1											
(71) Anmelder: Schaeffler Technologies AG & Co. KG, 91074 Herzogenaurach, DE													
(72) Erfinder: Friedmann, Matthias, 77815 Bühl, DE; Sell-Le Blanc, Florian, Dr., 76185 Karlsruhe, DE													

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen einer Wellenwicklung mit variablem Drahtabstand**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren dient zur Herstellung einer Wellenwicklung mit variablem Drahtabstand, wobei eine Mehrzahl an Wicklungsdrähten (24) parallel zueinander auf einem Wickelschwert (26) aufgewickelt werden, wobei die aufgewickelten Abschnitte stufenweise axial in Bezug auf die Erstreckungsrichtung des Wickelschwerts (26) versetzt werden und die Drähte (24) mittels wenigstens eines Führungselements (20) mit parallelen Führungskanälen (12) in einem Abstand zueinander geführt werden, die den gewünschten Drahtabstand definieren. Um die Einstellung des Drahtabstandes in einfacher Weise variabel zu gestalten ist vorgesehen, dass die Führungskanäle (12) in einer Richtung senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Drähte (24) schräg zueinander verlaufen, wobei die Drähte (24) in einer horizontalen Ebene verlaufen und das wenigstens eine Führungselement (20) senkrecht zu dieser Ebene eingestellt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 ein Verfahren zur Herstellung einer Wellenwicklung mit variablem Drahtabstand, bevorzugt jedoch ausgeführt aus rechteckigen Drahtquerschnittsprofilen, wobei eine Mehrzahl an Wicklungsdrähten parallel zueinander auf einem Wickelschwert aufgewickelt werden, wobei die aufgewickelten Abschnitte stufenweise axial in Bezug auf das Wickelschwert versetzt werden und die Drähte mittels wenigstens eines Führungselements mit Führungskanälen in einem Abstand zueinander geführt werden, die den gewünschten Drahtabstand definieren. Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch eine Vorrichtung, mit der ein solches Verfahren durchgeführt werden kann.

[0002] Wellenwicklungsmatten mit über ihre Länge konstanten Drahtabständen haben den Nachteil, beispielsweise bei Radialflussmaschinen, dass die Drähte nach der Montage in den Stator eines Elektromotors aufgrund ihrer unterschiedlichen Radiallage in den Nuten des Stators diese gewickelten Abstände nicht beibehalten können, so dass es bei der Montage bzw. beim Einziehen zu Verspannungen kommt, die zu unerwünschten Formänderungen in den Wicklungsköpfen führt, während nur eine Wicklungslage sich in einer Radiallage befindet, bei der die ursprünglichen Drahtabstände nach dem Einziehen erreicht werden. Es hat sich aus diesem Grund als wünschenswert erwiesen, bereits beim Wickeln der Wellenwicklungsmatte die späteren Drahtabstände herzustellen, d.h. dass die Drahtabstände über den Wickelvorgang variiert werden müssen.

[0003] Aus der EP 3 659 244 B1 und der EP 3 512 079 A1 sind bereits Lösungen bekannt, bei denen unterschiedliche Klemmbacken als Führungselemente eingesetzt werden, deren Führungsnutabstände einander nicht entsprechen, sondern an den jeweils benötigten Drahtabstand angepasst sind. Damit ist eine Vielzahl von unterschiedlichen Klemmbacken erforderlich, die in der Kombination ausschließlich für eine bestimmte Wellenwicklung abgestimmt ist. Eine Anpassung einer Wickelanlage an unterschiedliche Statoren ist daher sehr aufwändig und es bedarf großer Sorgfalt bei der Anordnung der Führungselemente/Klemmbacken.

[0004] Einen anderen Ansatz verfolgt die WO2018/091163A1. Dort werden die Drähte aus eine Wickelschablone mit Positioniermitteln aufgewickelt, deren Abstand sich über die Länge der Schablone ändert. Dies erfordert eine axiale Verlagerung der gesamten Wickelschablone während des Wickelvorgangs und auch im Bereich der Drahtzufuhr kann es zu Problemen kommen, wenn dort nicht eine zusätzliche Anpassung des Drahtabstandes erfolgt,

weil dieser ansonsten nicht immer mit den Abständen der Positionierstifte übereinstimmt. Auch hier ist für eine bestimmte Statorwicklung eine bestimmte Wickelschablone vorzusehen, die nicht ohne Weiteres an andere Wellenwicklungen angepasst werden kann

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine dafür geeignete Vorrichtung zu schaffen, das eine variable Anpassung der Drahtabstände während des Herstellens der Wellenwicklung ermöglicht.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem die Führungskanäle in einer Richtung senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Drähte schräg und/ oder nicht parallel zueinander verlaufen, wobei die Drähte in einer horizontalen Ebene verlaufen und das wenigstens eine Führungselement senkrecht zu dieser Ebene eingestellt wird.

[0007] Die erfindungsgemäße Lösung bietet den Vorteil, dass der Abstand der Drähte zueinander durch Zustellen des Führungselements eingestellt werden kann. Die Führungskanalöffnungen liegen dabei vorzugsweise in einem Abstand zueinander, der dem von einer Drahtzufuhreinrichtung vorgegebenen Abstand entspricht. Je nach Neigung der Führungskanäle werden die Drähte aufgespreizt, d. h. der Drahtabstand vergrößert sich, wenn das Führungselement mit einem sich weg von den Führungskanalöffnungen vergrößernden Kanalabstand zuge stellt werden.

[0008] Ein weiterer Vorteil ist die einfache Ausgestaltung der für die Durchführung des Verfahrens erforderlichen technischen Mittel.

[0009] In einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Drähte auf einer horizontalen Auflage abgestützt werden, die vor dem Wickelschwert angeordnet oder durch die Oberflächen des Wickelschwertes gebildet wird, wobei das Führungselement neben dieser Auflage angeordnet ist oder in eine Ausnehmung in der Auflage eingetaucht wird, bis der gewünschte Drahtabstand erreicht ist.

[0010] Die Abstützung sorgt für eine definierte Lage der Drähte, da diese dann nicht unter den Reibkräften der Führungskanäle ausweichen können.

[0011] Die horizontale Auflage kann z.B. durch ein Referenzelement vor dem Wickelschwert gebildet werden, das selbst nicht verstellbar ist. Wenn das Wickelschwert selbst als Auflage dient, kann es zweckdienlich sein, die Führungselemente mehrfach geteilt auszubilden, um sie nach einem Wickel- und/oder Verlagerungsvorgang besser von den

Drähten abheben zu können, ohne diese zu verlagern.

[0012] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass ein Führungskanal als Referenzkanal bestimmt wird und dieser Führungskanal parallel zur Zustellrichtung des Führungselements ausgebildet wird.

[0013] Eine derartige Ausgestaltung ist von Vorteil, weil dadurch ein Bezugspunkt der Wellenwicklung geschaffen wird, auf den z.B. nachfolgende Übernahmeeinrichtungen eingestellt werden können, die die Wellenwicklung vom Wickelschwert abnehmen.

[0014] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass mit dem Führungselement im Eingriff mit den Drähten der Versatz der aufgewickelten Drahtabschnitte durchgeführt wird. Wie bereits oben erwähnt, wird hierbei das Wickelschwert als Auflage für die Drähte verwendet, wobei das Führungselement in eine Ausnehmung in dem Wickelschwert eintaucht.

[0015] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch eine Vorrichtung zum Wickeln einer Wellenwicklung, die aus einer Mehrzahl parallel zueinander verlaufenden Drähte ausgebildet ist, wobei die Vorrichtung eine Drahtzufuhreinrichtung, ein flaches Wickelschwert zum Aufwickeln der Drähte, wenigstens ein Führungselement mit parallelen Führungskanälen zum Führen der Drähte in einem bestimmten Drahtabstand zueinander und Mittel zum axialen Versetzen aufgewickelter Drahtabschnitte relativ zu der Drahtzufuhreinrichtung aufweist. Um mittels einer solchen Vorrichtung den Drahtabstand variabel einstellen zu können, ist vorgesehen, dass die Führungskanäle des wenigstens einen Führungselements in einer Richtung weg von ihren Öffnungen relativ zueinander geneigt sind und das wenigstens eine Führungselement senkrecht zur Drahtverlaufsrichtung verstellbar ausgebildet ist.

[0016] Der Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass mit sehr einfachen Mitteln eine stufenlose Anpassung des Drahtabstandes durch einfaches Zustellen des Führungselements in einer Richtung senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Drähte vorgenommen werden kann.

[0017] Vorzugsweise wird die Lage der Drähte in den Führungskanälen dadurch exakter definiert, dass die Drähte auf wenigstens einer Seite des Führungselements auf einer horizontalen Auflage geführt sind, wobei das Führungselement neben dieser Auflage oder in einer Ausnehmung der Auflage verstellbar ist.

[0018] Eine solche Auflage kann im Zufuhrbereich der Drähte zwischen der Drahtzufuhreinrichtung

und dem Wickelschwert angeordnet sein, wobei die Drähte in einem solchen Fall auch während des Wickelvorgangs durch die Führungskanäle zu dem Wickelschwert zugeführt werden können.

[0019] Auch die Oberflächen des Wickelschwerts können als Auflagen dienen, wobei in einem solchen Fall das Führungselement dann in eine Ausnehmung in dem Wickelschwert eintaucht, bis der gewünschte Drahtabstand eingestellt ist.

[0020] Es kann eine bevorzugte Variante des Verfahrens für die Verfahrensausprägung mit dem Eintauchen der Führungselemente in die genannte Ausnehmung dargestellt werden, wenn proximal zum Führungselement eine zusätzliche Führungsfläche parallel zur Schwertfläche bereitgestellt wird, um eine Torsion des Drahtes durch die Schrägen in den Führungselementen zu verhindern. Der tangentielle Abstand zwischen der zusätzlichen Führungsfläche und der Schwertfläche ist dabei in einer bevorzugten Form ähnlich der Höhe des zu beanstandenden Drahtquerschnittes.

[0021] Wie bereits oben im Zusammenhang mit der Vorstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert, kann es für das Handling der Wellenwicklung von Vorteil sein, dass wenigstens einer der Kanäle als Referenzkanal parallel zur Verstellrichtung des Führungselements ausgebildet ist.

[0022] Vorzugsweise ist hierbei der wenigstens eine Referenzkanal im mittleren Bereich der Drähte angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass die Neigung der außenliegenden Drähte gegenüber der Zustellrichtung senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Drähte weniger groß sein muss, während bei einem außenliegenden Referenzkanal der am entgegengesetzten Ende des Führungselements liegende Führungskanal eine sehr starke Neigung besitzen müsste, um am Ende gleich große Drahtabstände im Vergleich zu einer nahezu mittigen Anordnung realisieren zu können.

[0023] Sofern jeweils gleichmäßige Drahtabstände in einer Einstellung gewünscht sind, weist vorzugsweise von dem wenigstens einen Referenzkanal ausgehend jeder folgende Führungskanal eine stärkere Neigung in Bezug auf die Verstellrichtung auf als der vorhergehende Führungskanal.

[0024] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der nachfolgend anhand der Zeichnung beschriebenen Ausführungsbeispiel. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer üblichen Vorrichtung zum Wickeln von Wellenwicklungen;

Fig. 2 eine Ansicht eines Führungselements nach dem Stand der Technik;

Fig. 3 eine Ansicht eines erfindungsgemäßen Führungselements.

[0025] Fig. 1 zeigt die Ausgangsposition zu Beginn eines Verfahrens zur Herstellung einer Wellenwicklung für einen Stator eines Elektromotors (nicht gezeigt) aus einer Mehrzahl an Drähten 24, die von einer Drahtzufuhreinrichtung (nicht gezeigt) in einer Richtung R zugeführt werden. Eine solche Wellenwicklung wird auch als Stabwellenwicklung bezeichnet.

[0026] Hierzu steht im gezeigten Ausführungsbeispiel eine Wickelvorrichtung 10 bereit, die einen Wickelkopf mit einer Drahthandhabungsvorrichtung 14 besitzt, die bei der gezeigten Ausführungsform, die nur beispielhaft zu verstehen ist, und zwei Führungselemente 18, 20 aufweist.

[0027] Die Wickelvorrichtung 10 arbeitet mit einer Wickelschablone 26 zusammen, die als Flachsablone ausgebildet ist, d.h. eine leistenartige Formgebung besitzt.

[0028] Die Länge der Wickelschablone 26, die nicht in voller Länge gezeigt ist, bestimmt sich nach der Länge der zu herzustellenden Wellenwicklung und der genauen Ausgestaltung des Verfahrens, wobei die Länge der Wickelschablone 26 nicht der Länge der Wellenwicklung entsprechen muss. Die Wickelschablone 26 kann beispielsweise dann erheblich kürzer als die Wellenwicklung sein, wenn die Wellenwicklung im Laufe des Verfahrens bereits sukzessive von der Wickelschablone 26 an eine Übertragungsvorrichtung (nicht gezeigt) weitergegeben wird.

[0029] Fig. 2 zeigt ein übliches Führungselement 120 mit Führungskanälen 112, die über die Drahtverlaufsrichtung parallel zueinander verlaufen und auch von den Öffnungen 116 in einer Richtung senkrecht zur Verlaufsrichtung der Drähte parallel zueinander angeordnet sind. Die Führungskanäle 112 sorgen dafür, dass die Drähte in einem gewünschten Abstand zueinander auf die Wickelschablone aufgewickelt und bestimmen damit den Drahtabstand in der Wellenwicklung. Möchte man mit derartigen Führungselementen 120 die Drahtabstände innerhalb einer Wellenwicklung variieren, ist es erforderlich, die Führungselemente 120 während des Wickelvorgangs gegen ebensolche mit anderem Abstand der Führungskanäle 112 auszutauschen.

[0030] Fig. 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Führungselement 20, das gemäß Fig. 1 zwischen der Drahtzufuhreinrichtung und dem Wickelschwert 26 angeordnet ist. Auch das Führungselement 18 kann entsprechend ausgebildet sein.

[0031] Eine ortsfeste Auflage 22 stützt die einzelnen Drähte 24 nach unten ab, von denen hier nur zwei Drähte aus dem mittleren Bereich aus Gründen der Übersichtlichkeit dargestellt sind. Im Unterschied zu dem herkömmlichen Führungselement 112 gemäß Fig. 2 sind hier die Führungskanäle 12, 12a so ausgebildet, dass sie zwar in der Verlaufsrichtung der Drähte 24 natürlich ebenfalls parallel zueinander, von Öffnungen 16 der Führungskanäle 12, 12a ausgehend in einer Richtung senkrecht zu den Drähten aber sich vergrößernde Abstände aufweisen.

[0032] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist der mittlere Führungskanal 12a als Referenzkanal ausgebildet, der parallel zur Zustellrichtung Z des Führungselements ausgerichtet ist. Dadurch ergibt sich unabhängig von der Zustelltiefe des Führungselements 20 immer eine definierte Lage eines mittleren Drahtes, der zur Lageerfassung der gesamten Wicklung oder auch als Referenzpunkt für angreifende Handlingvorrichtungen genutzt werden kann. Die Neigung der Führungskanäle 12 nimmt nach außen hin kontinuierlich zu, so dass alle Drahtabstände synchron auf das gleiche Maß verstellt werden können. Theoretisch kann hiervon auch abgewichen werden, wenn die Abstände gerade nicht synchron verstellt werden sollen.

[0033] Dank dieser konstruktiven Ausbildung ist es nun möglich, durch einfaches Zustellen des Führungselement in der Zustellrichtung Z relativ zu der ortsfesten Auflage 22 senkrecht zur Verlaufsrichtung der Drähte 24 deren Drahtabstand stufenlos zu vergrößern. Aus einer Anfangslage der Drähte, die in Fig. 3 mit 24a gekennzeichnet ist, wandern die Drähte 24 unter der Zustellung des Führungselements 12 in den Führungskanälen 16 in die weiter voneinander gespreizten Stellungen 24b, wobei diese Stellungen hier auch die maximale Spreizung veranschaulichen. Daneben sind aber auch alle Zwischenabstände der Drähte zwischen 24a und 24b stufenlos einstellbar.

[0034] Die Zahl der Führungskanäle 12 entspricht wenigstens der Anzahl der gleichzeitig zu verarbeitenden Drähte 24, die gezeigte Anzahl sieben ist eher ungewöhnlich. Die Neigung der Führungskanäle 12 kann auch in der entgegengesetzten Richtung mit sich von den Öffnungen 16 weg verjüngenden Abständen ausgeführt sein, sofern dies praktikabel erscheinen sollte.

[0035] Sofern das Führungselement 18 im Bereich der Wickelschablone 20 ebenfalls in einer Art und Weise mit sich spreizenden Führungskanälen 16 ausgebildet ist, verfügt die Wickelschablone 26 über eine geeignete Ausnehmung, in die das Führungselement 20 eintauchen kann. Die neben dieser Ausnehmung liegenden Oberflächen der Wickelschablone dienen in diesem Fall als Auflage.

[0036] Die Erfindung ist nicht auf eine der vorbeschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern in vielfältiger Weise abwandelbar.

[0037] Sämtliche aus den Ansprüchen und der Beschreibung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

10	Wickelvorrichtung
12	Führungskanäle
14	Drahthandhabungsvorrichtung
16	Führungskanalöffnungen
18	Führungselement
20	Führungselement
22	Auflage
24a, b	Drähte 24 in erster Position a und zweiter Position b
26	Wickelschablone/Wickelschwert
112	Führungskanäle
116	Führungskanalöffnungen
120	Führungselement

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 3659244 B1 [0003]
- EP 3512079 A1 [0003]
- WO 2018/091163 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Wellenwicklung mit variablem Drahtabstand, wobei eine Mehrzahl an Wicklungsdrähten (24) parallel zueinander auf einem Wickelschwert (26) aufgewickelt werden, wobei die aufgewickelten Abschnitte stufenweise axial in Bezug auf die Erstreckungsrichtung des Wickelschwerts (26) versetzt werden und die Drähte (24) mittels wenigstens eines Führungselements (20) mit parallelen Führungskanälen (12) in einem Abstand zueinander geführt werden, die den gewünschten Drahtabstand definieren, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungskanäle (12) in einer Richtung senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Drähte (24) schräg und/ oder nicht parallel zueinander verlaufen, wobei die Drähte (24) in einer horizontalen Ebene verlaufen und das wenigstens eine Führungselement (20) senkrecht zu dieser Ebene eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drähte (24) auf einer horizontalen Auflage (22) abgestützt werden, die vor dem Wickelschwert (26) angeordnet oder durch die Oberflächen des Wickelschwertes (26) gebildet wird, wobei das Führungselement (20) neben dieser Auflage (22) angeordnet ist oder in eine Ausnehmung in der Auflage (22) eingetaucht wird, bis der gewünschte Drahtabstand erreicht ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als horizontale Auflage (22) ein Referenzelement vor dem Wickelschwert (26) verwendet wird, das selbst nicht verstellbar ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Führungskanal als Referenzkanal (12a) bestimmt wird und dieser Führungskanal (12a) parallel zur Zustellrichtung des Führungselements (20) ausgebildet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit dem Führungselement (20) im Eingriff mit den Drähten (24) der Versatz der aufgewickelten Drahtabschnitte durchgeführt wird.

6. Vorrichtung zum Wickeln einer Wellenwicklung, die aus einer Mehrzahl parallel zueinander verlaufenden Drähte (24) ausgebildet ist, wobei die Vorrichtung (10) eine Drahtzufuhreinrichtung, ein flaches Wickelschwert (26) zum Aufwickeln der Drähte (24), wenigstens ein Führungselement (20) mit Führungskanälen (12) zum Führen der Drähte (24) in einem bestimmten Drahtabstand zueinander und Mittel zum axialen Versetzen aufgewickelter Drahtabschnitte relativ zu der Drahtzufuhreinrichtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungskanäle (12) des wenigstens einen

Führungselements (20) relativ zueinander geneigt sind und das wenigstens eine Führungselement (20) senkrecht zur Drahtverlaufsrichtung verstellbar ausgebildet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drähte (24) auf wenigstens einer Seite des Führungselements (20) auf einer horizontalen Auflage (22) geführt sind, wobei das Führungselement (20) neben dieser Auflage (22) oder in einer Ausnehmung der Auflage verstellbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Kanäle (12) als Referenzkanal (12a) parallel zur Verstellrichtung Z des Führungselements (20) ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Referenzkanal (12a) im mittleren Bereich der Drähte (24) angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass von dem wenigstens einen Referenzkanal (12a) ausgehend jeder folgende Führungskanal (12) eine stärkere Neigung in Bezug auf die Verstellrichtung aufweist als der vorhergehende Führungskanal (12).

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

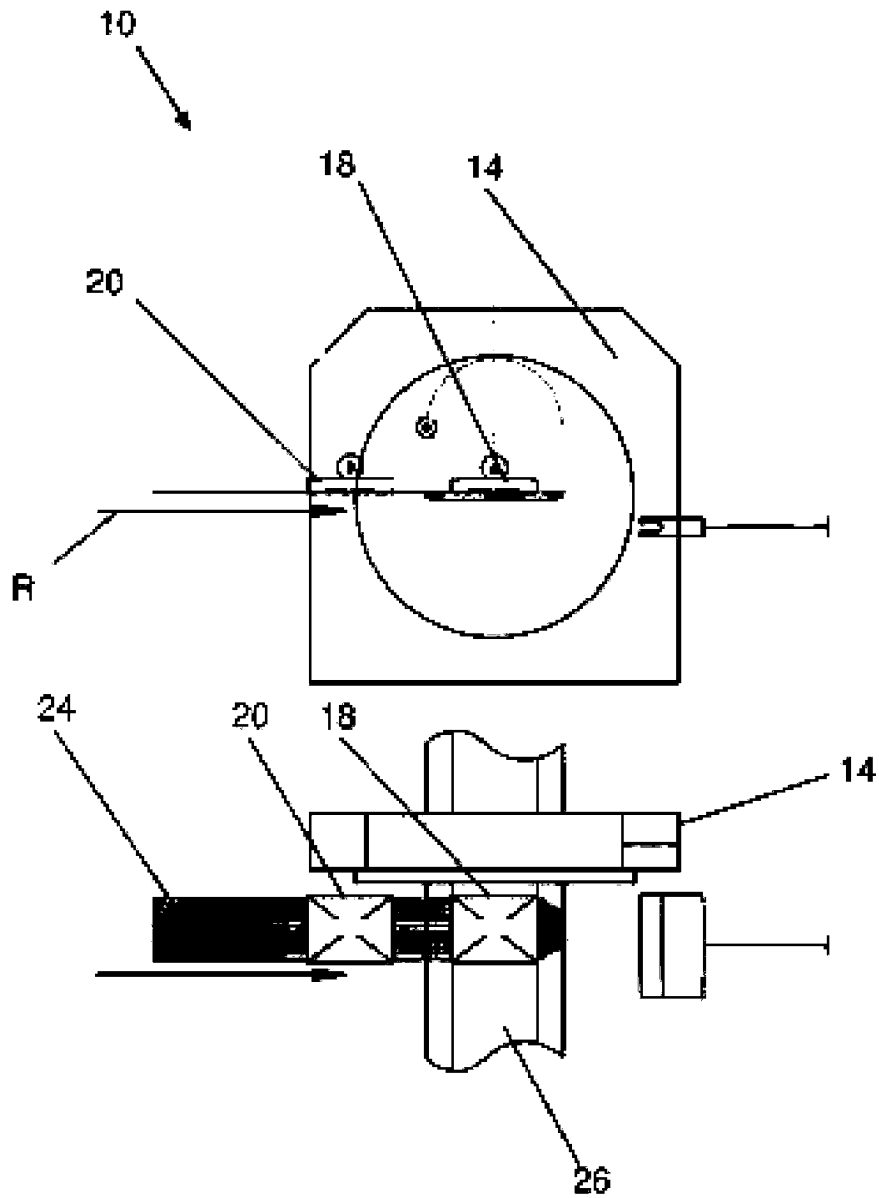


Fig. 1

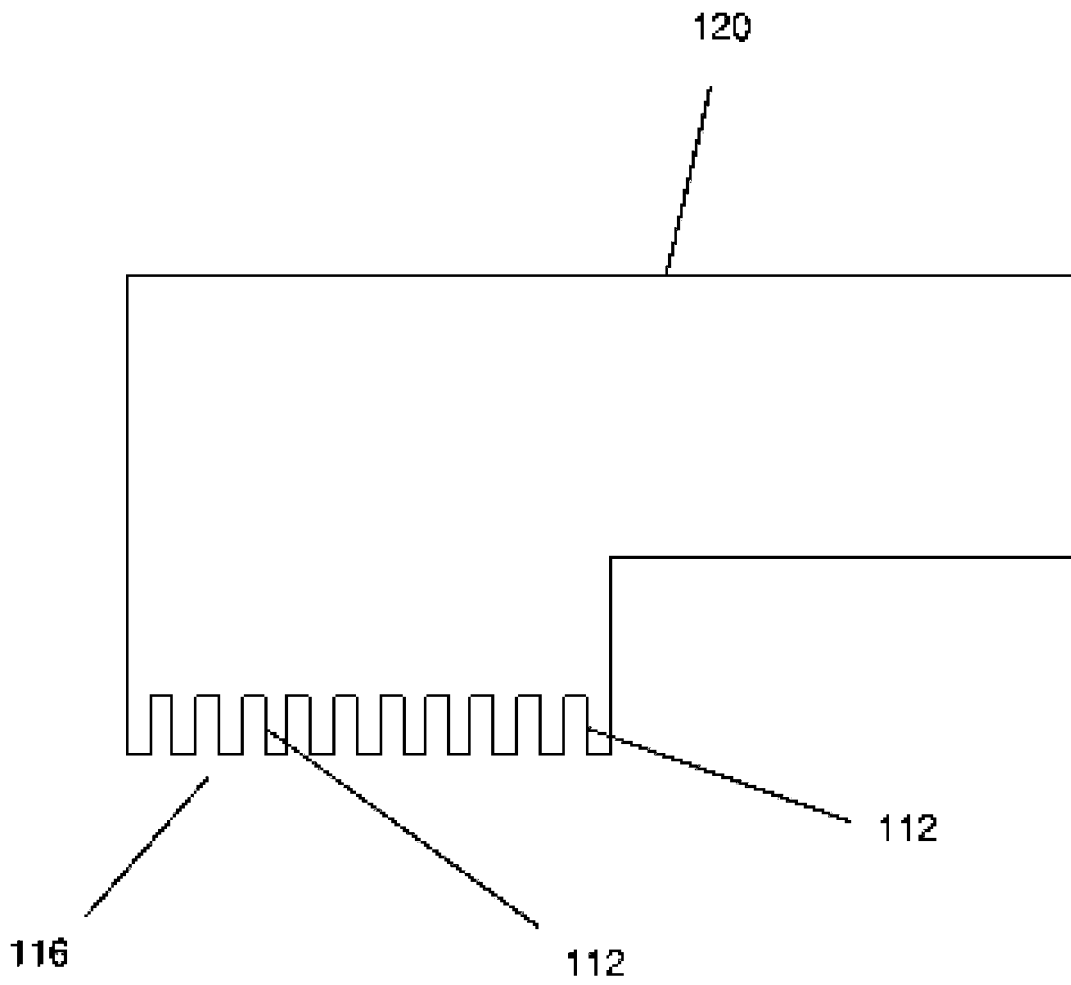


Fig. 2

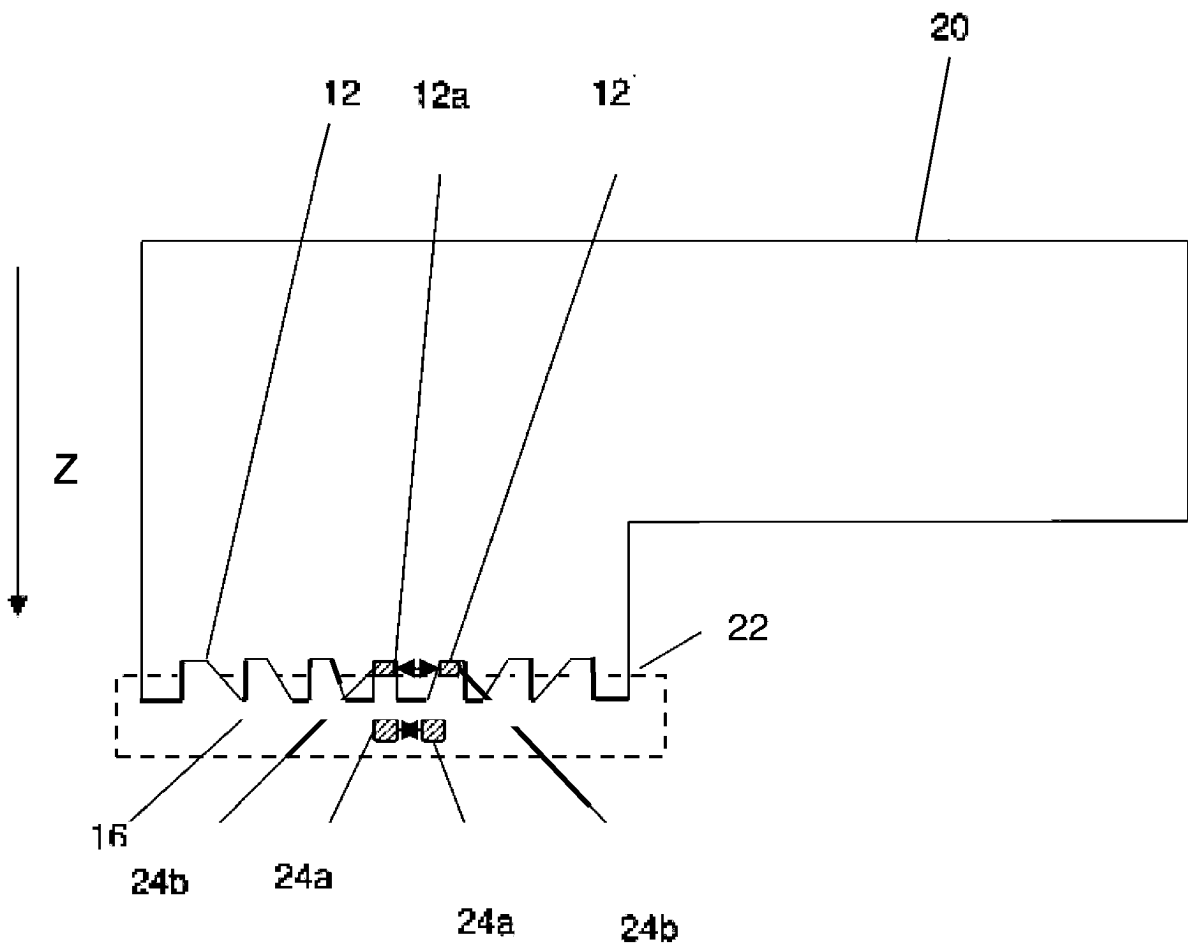


Fig. 3