

(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  
19. März 2020 (19.03.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/051610 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**H02K 15/04** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2019/060293

(22) Internationales Anmeldedatum:  
10. September 2019 (10.09.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
A50780/2018 12. September 2018 (12.09.2018) AT

(71) Anmelder: **MIBA AUTOMATION SYSTEMS  
GES.M.B.H.** [AT/AT]; Dr. Mitterbauer-Straße 3, 4663  
Laarkirchen (AT).

(72) Erfinder: **FALKNER, Andreas**; Salzburger Straße 233,  
4600 Wels (AT). **PRIMORAC, Mladen-Mateo**; Im Unte-

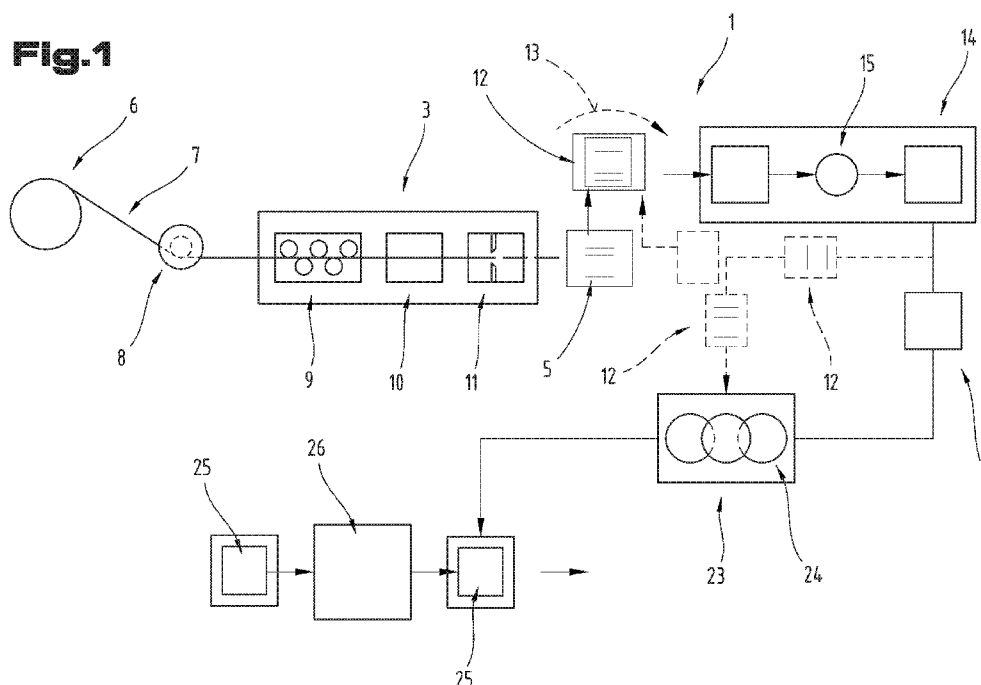
ren Brühl 3/10, 3100 St. Pölten (AT). **EHGARTNER, Ger-  
hard**; Am Fraunberg 21, 4663 Laarkirchen (AT).

(74) **Anwalt: ANWÄLTE BURGER UND PARTNER  
RECHTSANWALT GMBH**; Rosenauerweg 16, 4580  
Windischgarsten (AT).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SA, 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.

(54) **Title:** METHOD FOR PROVIDING SHAPED RODS

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM BEREITSTELLEN VON FORMSTÄBEN



**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

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

VERFAHREN ZUM BEREITSTELLEN VON FORMSTÄBEN

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bereitstellen von Formstäben für den Einsatz in elektrischen Maschinen umfassend die Schritte Vorbereiten von Formstabrohlingen und Umformung der Formstabrohlinge.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Bereitstellen von Formstabrohlingen für die Herstellung von Formstäben für den Einsatz in elektrischen Maschinen, wobei die Formstabrohlinge aus einem Leiterdraht hergestellt werden, wozu der Leiterdraht mit einer Drahtfördereinrichtung zu einer Trenneinrichtung gefördert wird.

Weiter betrifft die Erfindung eine Fertigungsanlage zum Bereitstellen von Formstäben für den Einsatz in elektrischen Maschinen, wobei die Fertigungsanlage eine Umformungsstation für die Umformung von Formstabrohlingen aufweist.

Zudem betrifft die Erfindung eine Fertigungsanlage zum Bereitstellen von Formstabrohlingen für die Herstellung von Formstäben für den Einsatz in elektrischen Maschinen, umfassend eine Drahtfördereinrichtung und eine Trenneinrichtung.

Bekanntlich weisen elektrische Maschinen, wie Motoren oder Generatoren, Wicklungen auf. Neben herkömmlichen Spulen aus Runddraht gibt es auch die sogenannte Flachdraht Wellenwickeltechnik und die Hairpin-Technologie bei denen anstelle eines Endlosdrahtes auch Formstäbe zum Einsatz kommen. Derzeit werden die dafür verwendeten Formstäbe einzeln aus Endlosmaterial hergestellt, wobei die einzelnen Formstabrohlinge nacheinander die Fertigungsstraße durchlaufen. Damit verbunden sind entsprechend hohe Taktzeiten und die damit einhergehenden Nachteile.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Formstäbe für die Wicklungen von elektrischen Maschinen effizienter herstellen zu können.

- 2 -

Diese Aufgabe der Erfindung wird mit dem eingangs genannten Verfahren dadurch gelöst, dass mehrere Formstäbe vor der Umformung auf einem Warenträger positioniert und fixiert werden und auf dem Warenträger sich befindend gemeinsam umgeformt werden.

- 5 Weiter wird die Aufgabe mit dem Verfahren zum Bereitstellen von Formstabrohlingen gelöst, nach dem vorgesehen ist, dass der Leiterdraht vor der Trenneinrichtung mit Kerben versehen wird, wozu der Leiterdraht durch zumindest ein vertikales Kerbwalzenpaar und zumindest ein horizontales Kerbwalzenpaar gefördert wird.
- 10 Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit der eingangs genannten Fertigungsanlage gelöst, bei der die Fertigungsanlage weiter zumindest einen Warenträger aufweist, auf dem mehrere Formstabrohlinge angeordnet werden können, und auf dem die Formstabrohlinge sich befindend gleichzeitig umgeformt werden können.
- 15 Zudem wird die Aufgabe der Erfindung mit der genannten Fertigungsanlage zum Bereitstellen von Formstabrohlingen gelöst, die zumindest ein vertikales Kerbwalzenpaar und zumindest ein horizontales Kerbwalzenpaar aufweist.

- 20 Von Vorteil ist dabei, dass es mit der Anordnung der Formstabrohlinge auf einem Warenträger möglich wird, die Vorbereitung der Formstabrohlinge zumindest teilweise von der Umformung verfahrenstechnisch zu entkoppeln, d.h. dass diese Prozesse parallel bzw. gleichzeitig durchgeführt werden können. Durch die Entkopplung können also langsamere von schnelleren Prozessen entkoppelt werden, wodurch die Flaschenhalsproblematik in der Fertigung besser beherrschbar wird. In der Folge kann damit eine Verkürzung der Taktzeit für die Herstellung von einem Formstab erreicht werden. Eine weitere Beschleunigung des Prozesses kann
- 25 durch die gleichzeitige Umformung mehrere Formstabrohlinge erreicht werden. Es können damit in Summe Taktzeiten für die Herstellung eines Formstabes erreicht werden, die im Zehntelsekundenbereich liegen. Dementsprechend hoch kann folglich auch der Output von elektrischen Maschinen sein, wodurch die Produktion von Elektromotoren für die E-Mobility
- 30 wirtschaftlich interessanter wird. Mit dem Verfahren zur Herstellung der Formstabrohlinge bzw. der Fertigungsanlage hierfür, können Formstabrohlinge in hoher Geschwindigkeit hergestellt werden, wodurch die hochvolumige Herstellung der Formstäbe weiter unterstützt wird.

- 3 -

Nach einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Formstabrohlinge mit dem Warenträger als Werkzeug umgeformt werden. Dazu kann gemäß einer Ausführungsvariante der Fertigungsanlage vorgesehen sein, dass der Warenträger als Umformwerkzeug für die Formstabrohlinge ausgebildet ist, wobei gemäß einer Ausführungsvariante dazu vorgesehen sein kann, dass der Warenträger zumindest zweiteilig ausgebildet ist, wobei zumindest zwei Teile über eine gemeinsame Schwenkachse miteinander verbunden sind, und dass Aufnahmebereiche für die Formstabrohlinge jeweils auf beiden Teilen ausgebildet sind. Mit diesen Ausführungsvarianten ist eine weitere Vereinfachung der Herstellung der Formstäbe erreichbar, da die Formstabrohlinge nicht zusätzlich für die Umformung manipuliert werden müssen. Zudem ist das Werkzeug „Warenträger“ einfach ausgebildet, wodurch auch dessen Standzeit erhöht werden kann.

Es kann nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass die mehreren Formstäbe auf dem Warenträger sich befindend zumindest teilweise abisoliert werden. Auch damit ist eine weitere Verkürzung der Taktzeit durch Vermeidung von zusätzlichem Manipulationsaufwand erreichbar.

Bevorzugt erfolgt die Abisolierung der Formstabrohlinge in einer Abisolierstation, die in Produktionsrichtung vor der Umformungsstation angeordnet ist, da damit die Formstabrohlinge noch gerade vorliegen und die Abisolierung schneller durchgeführt werden kann.

Die Abisolierstation kann gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Fertigungsanlage zur Aufnahme des Warenträgers mit den mehreren darauf befindlichen Formstabrohlingen ausgebildet sein, womit eine weitere Verkürzung der Taktzeit erreicht werden kann. Gegebenenfalls können damit auch mehrere Formstabrohlinge gleichzeitig bearbeitet werden.

Es ist dabei von Vorteil, wenn nach einer Ausführungsvariante dazu die Abisolierstation zumindest eine Drehvorrichtung zum Drehen des Warenträgers aufweist, da damit nur ein Abisolierwerkzeug zum Abisolieren von beiden Enden der Formstabrohlinge erforderlich ist.

Zur schnelleren Positionierung der Formstabrohlinge kann nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass der Warenträger Vertiefungen aufweist, wobei jeweils eine Vertiefung für die Aufnahme jeweils eines Formstabrohlings ausgebildet ist.

Nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann weiter vorgesehen sein, dass das vertikale Kerbwalzenpaar und/oder das horizontale Kerbwalzenpaar den Leiterdraht nur im Bereich eines Eingriffswinkels von  $5^\circ$  bis  $20^\circ$  berührt und während der damit verbundenen

5 Zeitspanne synchron mit dem Leiterdraht mitbewegt wird. Durch die nur kurze Berührung der kerbwalze(n) mit dem Leiterdraht die Präzision der Kerbung verbessert werden.

Es kann dabei gemäß einer Ausführungsvariante auch vorgesehen sein, dass das vertikale Kerbwalzenpaar und/oder das horizontale Kerbwalzenpaar außerhalb der Zeitspanne, in der

10 dieses/ diese synchron mit dem Leiterdraht mitbewegt wird/werden, langsamer oder schneller bewegt wird/werden. Das vertikale Kerbwalzenpaar und/oder das horizontale Kerbwalzenpaar kann/können dazu eine eigene Antriebseinrichtung aufweisen. Es wird damit ermöglicht, dass mit hoher Geschwindigkeit nach demselben Verfahren und insbesondere mit derselben Ferti-

gungsanlage Formstabrohlinge mit unterschiedlicher Länge hergestellt werden können.

Vorzugsweise kann nach einer anderen Ausführungsvariante vorgesehen werden, dass die Kerben gerundet ausgeführt. Es kann damit das Fügen der Formstäbe in das Statorblechpaket erleichtert werden, insbesondere kann damit die Beschädigung des Isolationspapiers besser

15 vermieden werden. Beim späteren Aufbringen einer Isolierung an den Drahtenden, z. B. durch Tränken oder Pulversintern, können zudem dünne Stellen in der Isolationsschicht an scharfen

20 Kanten vermieden werden. Durch die abgerundeten Kanten bleibt die Schichtdicke annähernd konstant. Damit können bei hohen Spannungen Funkendurchschläge besser vermieden werden.

Nach einer weiteren Ausführungsvariante ist es aber auch möglich, dass zwei nebeneinander ausgebildete Seitenkanten der Formstabrohlinge scharfkantig belassen werden, wodurch das Verschweißen der Formstäbe verbessert werden kann. Das vertikale Kerbwalzenpaar und/oder

25 das horizontale Kerbwalzenpaar kann dazu mit nur einer Klinge versehen sein und die weitere Walze nur eine Stützfunktion aufweisen.

Zur Verringerung der Toleranzen kann nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass eine Strecke, die der Leiterdraht zurücklegt, bestimmt wird. Die

30 Fertigungsanlage kann dazu mit einem Encoder-Reibrad ausgestattet sein.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

5 Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

Fig. 1 ein Schema für eine Fertigungsanlage zum Bearbeiten von Formstabrohlungen;

Fig. 2 eine Ausführungsvariante eines Formstabs;

10

Fig. 3 eine weitere Ausführungsvariante eines Formstabs;

Fig. 4 eine Ausführungsvariante eines Warenträgers;

15

Fig. 5 eine weitere Ausführungsvariante eines Warenträgers;

Fig. 6 eine andere Ausführungsvariante eines Warenträgers;

Fig. 7 ein Detail einer Ausführungsvariante der Umformstation der Fertigungsanlage;

20

Fig. 8 einen Warenträger;

Fig. 9 einen Ausschnitt aus einem Umformwerkzeug im geöffneten Zustand;

25

Fig. 10 den Ausschnitt aus dem Umformwerkzeug im geschlossenen Zustand;

Fig. 11 ein Umformwerkzeug in einer ersten Umformstellung;

Fig. 12 das Umformwerkzeug nach Fig. 11 in einer zweiten Umformstellung;

30

Fig. 13 einen Ausschnitt aus einem weiteren Umformwerkzeug in Schrägansicht von der Seite;

- 6 -

Fig. 14 einen Ausschnitt aus dem weiteren Umformwerkzeug in Ansicht von oben;

Fig. 15 einen Ausschnitt aus einem anderen Umformwerkzeug;

5 Fig. 16 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Herstellung von Formstabrohlingen;

Fig. 17 zwei miteinander verbundene Formstäbe in Draufsicht.

10 Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind  
15 diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

In Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Fertigungsanlage 1 zum Bereitstellen bzw. Herstellen von Formstäben 2 für den Einsatz in elektrischen Maschinen, wie Elektromotoren oder Generatoren. Beispiele derartiger Formstäbe 2 sind in den Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt. Es  
20 sei jedoch darauf hingewiesen, dass die dargestellten Formen keinen die Erfindung einschränkenden Charakter haben. Vielmehr sind aus dem einschlägigen Stand der Technik weitere Formen bekannt, auf die hier verwiesen sei.

25 Die Fertigungsanlage 1 kann Teil einer Gesamtanlage für die Herstellung von Baugruppen für derartige elektrische Maschinen sein, beispielsweise zur Herstellung von Statoren, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist.

Die Fertigungsanlage 1 umfasst eine Vorbereitungsstation 3 und eine Umformungsstation 4.

30

In der Vorbereitungsstation 3 erfolgt die Vorbereitung von Formstabrohlingen 5 für die weitere Bearbeitung. Dazu weist die Vorbereitungsstation mehrere Bearbeitungszonen auf.

- 7 -

Das Rohmaterial für die Herstellung der Formstäbe 2 wird üblicherweise von einer Rolle 6 in Form eines bereits beschichteten (lackierten) Leiterdrahtes 7 abgewickelt bzw. abgezogen und über eine Walze 8 der Vorbereitungsstation zugeführt. Selbstverständlich sind auch andere Ausführungen von Zuführungen des Leiterdrahtes 7 möglich.

5

Der Leiterdraht 7 an sich hat bevorzugt eine rechteckförmige oder quadratische Querschnittsform, wobei auch andere Querschnittsformen, wie z.B. eine kreisförmige oder ovale oder trapezförmige, einsetzbar sind.

10

In der Vorbereitungsstation kann der Leiterdraht 7 in einem ersten Schritt einer Richtzone 9 zugeführt werden. In der Richtzone 9 kann beispielsweise eine Korrektur der Querschnittsform und/oder eine Begradigung des Leiterdrahtes 7 erfolgen.

15

Der Leiterdraht 7 kann weiter in eine, insbesondere an die Richtzone 9 (unmittelbar) anschließende Prägezone 10 eingeführt werden.

20

In Produktionsrichtung nach (insbesondere unmittelbar nach) der Prägezone 10 ist ein Schneidzone 11 angeordnet, in der der Leiterdraht 7 zu den Formstabrohlingen 5 abgelängt wird.

25

Da diese Art der Vorbereitung der Formstabrohlinge 5 an sich aus dem Stand der Technik bekannt ist, sei zur Vermeidung von Wiederholungen auf diesen Stand der Technik verwiesen.

30

Am Ende der Vorbereitungsstation liegen also Formstabrohlinge 5 einer bestimmten Länge vor. Diese Formstabrohlinge 5 werden der Umformungsstation 4 zugeführt. Dazu werden mehrere der Formstabrohlinge 5 auf einen Warenträger 12 angeordnet, beispielsweise mittels eines Schiebers aufgeschoben.

30

An dieser Übergabezone der Formstabrohlinge 5 von der Vorbereitungsstation 3 auf den Warenträger 12 ist auch bevorzugt die voranstehend genannte Entkopplung der langsameren von den schnelleren Prozessschritten ausgebildet.

- 8 -

Mit dem Warenträger 12 können nun mehrere der Formstabrohlinge 5 der weiteren Bearbeitung in der Umformstation 4 gemeinsam zugeführt werden. Gegebenenfalls kann vorher noch eine Drehung der Formstabrohlinge 5 in der Ebene um 90 ° durchgeführt werden, wie dies in Fig. 1 anhand des Drehpfeils 13 angedeutet ist.

5

Da in Fig. 1 eine bevorzugte Ausführungsvariante der Fertigungsanlage 1 dargestellt ist, ist in Produktionsrichtung vor der Umformungsstation 4 noch eine Abisolierstation 14.

Das zumindest teilweise Abisolieren der Formstabrohlinge 5 ist für die Kontaktierung der Formstäbe 2 erforderlich. Dieses Abisolieren kann prinzipiell auf bekannte Art und Weise erfolgen, indem jeder Formstabrohling 5 einzeln der Abisolierstation zugeführt wird. Im Rahmen der Erfindung werden aber auch hier mehrere Formstabrohlinge 5 sich auf dem Warenträger 12 befindend gemeinsam der Abisolierstation 14 zugeführt, wie diese in Fig. 1 dargestellt ist.

15

In der Abisolierstation 14 werden zumindest die beiden Endbereiche jedes Formstabrohlings 5 abisoliert, d.h. von der voranstehend erwähnten Lackschicht befreit. Es können hierfür die bekannten Werkzeuge eingesetzt werden, die beispielsweise im einschlägigen Stand der Technik beschrieben sind, auf den in diesem Zusammenhang verwiesen sei.

20

Bevorzugt wird die zumindest teilweise Abisolierung der Formstabrohlinge 5 mit einem Laser durchgeführt.

Nachdem die Formstabrohlinge 5 bevorzugt auch in der Abisolierstation 14 bereits auf dem Warenträger 12 sich befindend bearbeitet werden, ist die Abisolierstation 14 entsprechend für die Aufnahme des Warenträgers 12 ausgebildet, beispielsweise mit einer entsprechenden Fördereinrichtung ausgestattet, auf der der Warenträger transportiert wird.

Es kann weiter vorgesehen sein, dass in der Abisolierstation 14 zumindest eine Drehvorrichtung 15 zum Drehen des Warenträgers 12 aufweist. Alternativ oder zusätzlich dazu kann aber auch der Warenträger 12 (an der Unterseite) eine Drehvorrichtung aufweisen, sodass gegebenenfalls in der Fertigungsanlage 1 auf weitere Drehvorrichtungen zum Drehen der Formstabrohlinge 5 bzw. des Warenträgers 12 verzichtet werden kann.

30

In der bevorzugten Ausführungsvariante der Fertigungsanlage 1 werden mehrere Formstabrohlinge 5 sich auf dem Warenträger 12 befindend an die Umformstation 4 übergeben.

5 In der Umformstation 4 werden Formstabrohlinge 5 umgeformt, beispielsweise in die U-Form wie in Fig. 2 gezeigt oder in eine andere bekannte Form bzw. Hairpin-Form. Für die Umformung verbleiben die Formstabrohlinge 5 auf dem Warenträger 12, sodass mehrere Formstabrohlinge 5 gleichzeitig umgeformt werden.

10 Dabei kann bevorzugt nach einer Ausführungsvariante der Fertigungsanlage 1 vorgesehen sein, dass der Warenträger 12 selbst als Umformwerkzeug eingesetzt wird. Der Warenträger 12 kann dazu beispielsweise zweigeteilt ausgeführt sein, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist, die einen Warenträger 12 in Seitenansicht zeigt. Demnach kann ein erster Warenträgerteil 16 mit einem zweiten Warenträgerteil 17 über ein Gelenk 18 verbunden sein. Jeder der Formstabroh-  
15 linge 5 ist sowohl auf dem ersten als auch auf dem zweiten Warenträgerteil 16, 17 angeordnet. Für die Umformung wird zumindest einer der beiden Warenträgerteile 16, 17 relativ zum anderen Warenträgerteil 17, 16 gemäß Pfeil 19 verschwenkt, die beiden Warenträgerteile 16, 17 also in Art eines Buches zugeklappt. Es können hierfür auch beide Warenträgerteile 16, 17 verschwenkt werden, wie dies in Fig. 4 anhand des strichlierten Pfeiles 19 angedeutet ist.

20 Durch das „Zuklappen“ werden folglich sämtliche auf dem Warenträger 12 sich befindenden Formstabrohlinge 5 gleichzeitig umgeformt. Nach der Umformung wird der Warenträger 12 durch die entgegengesetzte Bewegung wieder geöffnet (also „das Buch wieder aufgeklappt“).

25 Die beiden Warenträgerteile 16, 17 können gleich groß ausgeführt sein. Es ist aber auch eine andere Aufteilung des Warenträgers 12, d.h. der Fläche, auf der die Formstabrohlinge 5 angeordnet sind, möglich.

Es ist weiter möglich, dass der Warenträger in mehr als zwei zueinander verschwenkbare Warenträgerteile 16, 17 aufgeteilt ist. Dies soll mit Fig. 5 angedeutet werden, in der ein dreigeteilter Warenträger 12 in Draufsicht dargestellt ist. Die Warenträger 12 umfasst hier die beiden Warenträgerteile 16, 17, die jeweils über ein Gelenk 18 (nur angedeutet dargestellt) mit einem weiteren Warenträgerteil 20 verbunden sind. Der mittlere, weitere Warenträgerteil 20

30

- 10 -

ist dabei schmaler ausgeführt als die beiden anderen Warenträgerteile 16, 17. Für die Umformung der Formstabrohlinge 5 kann dieser mittlere, weitere Warenträgerteil 20 gegebenenfalls ruhend belassen werden und nur die beiden anderen Warenträgerteile 16, 17 verschwenkt werden.

5

Generell gilt, dass jeder der Formstabrohlinge 5 auf jedem der Warenträgerteile 16, 17, 20 angeordnet ist, sofern nur eine Reihe an Formstabrohlingen 5 gemeinsam umgeformt wird. Bei mehr als einer Reihe an Formstabrohlingen 5 auf dem Warenträger 12 ist dies nicht der Fall.

10

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass es sich bei den Darstellungen des Warenträgers 12 in den Fig. 4 und 5 lediglich um Beispiele handelt. Andere Ausführungen des Warenträgers 12 sind im Rahmen der Erfindung möglich.

15

In den Fig. 4 und 5 sind die Formstabrohlinge 5 auf dem Warenträger 12 liegend angeordnet. Es ist aber auch eine andere, z.B. stehende Anordnung der Formstabrohlinge 5 möglich, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist, die der Einfachheit halber ebenfalls einen nur zweigeteilten Warenträger 12 zeigt. Bei dieser Ausführungsvariante des Warenträgers 12 weist das Warenträgerteil 16 Vertiefungen auf, in denen die Formstabrohlinge 5 stehend angeordnet sind. Die Formstabrohlinge 5 sind aber länger als die Vertiefungen, sodass die über den Warenträgerteil 16 vorragen und damit mit dem Warenträgerteil 17 durch Verschenken um das Gelenk 18 umgeformt werden können.

20

25

Für die Bewegung der einzelnen Warenträgerteile 16, 17, 20 weist die Umformstation 4 entsprechende Bewegungseinrichtungen, wie z.B. Aktoren bzw. Motoren, etc., auf, die in den Figuren allerdings nicht dargestellt sind.

30

Prinzipiell kann die gemeinsame Umformung der Formstabrohlinge 5 auch mit anderen Methoden erfolgen, bei denen der Warenträger nur als solcher und nicht als Umformwerkzeug an sich fungiert. Als Beispiel hierfür ist in Fig. 7 ein Gesenk 21 dargestellt. Der Warenträger 12 dient hier nur als Ablage und Halterung für die Formstabrohlinge 5. Letztere werden auf dem Warenträger 5 sich befindend in zwischen die Gesenkteile des Gesenks 21 eingebracht und

- 11 -

durch die Schließbewegung des Gesenks 21 umgeformt. Damit der Warenträger die Umformbewegung ebenfalls mit ausführen kann, ist dieser wieder mehrteilig ausgebildet, beispielsweise mit den über Gelenke 18 verbundenen Warenträgerteilen 16, 17, 20 versehen.

- 5 Es ist aber auch möglich, dass die Formstabrohlinge 5 mit einem Manipulator ergriffen werden und auf dem Warenträger 12 fixiert durch die Bewegung des Manipulators umgeformt werden.

- 10 Generell sind die Formstabrohlinge 5 zumindest während der Umformung und gegebenenfalls der Abisolierung auf dem Warenträger 12 fixiert. Vorzugsweise sind die Formstabrohlinge 5 jedoch während der gesamten Zeit, in der sie sich auf dem Warenträger 12 befinden auf diesem fixiert. Zur Fixierung können übliche Fixierungsmittel vorgesehen werden, wie beispielsweise (federbelastet) Arretierbleche oder -stäbe, etc.

- 15 Zur Fixierung und/oder Positionierung der Formstabrohlinge 5 kann nach einer weiteren Ausführungsvariante der Fertigungsanlage 1 vorgesehen sein, dass der Warenträger 12 Vertiefungen 22 aufweist, wobei jeweils eine Vertiefung 22 für die Aufnahme jeweils eines Formstabrohlings 5 ausgebildet ist, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist. Die Vertiefungen 22 können eine Form und Größe (Querschnittsfläche in Draufsicht betrachtet) aufweisen, die der Form und Größe der Formstabrohlinge 5 (in gleicher Richtung betrachtet) entspricht. Sie können  
20 weiter eine Tiefe aufweisen, die so bemessen ist, dass die Formstabrohlinge flächenbündig mit der restlichen Oberfläche des Warenträgers 12, in der die Vertiefungen 22 ausgebildet sind, angeordnet sind.

- 25 Nach der Umformung der Formstabrohlinge 5 können diese die Fertigungsanlage 1 verlassen und von dem Warenträger 12 entfernt werden.

Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass sich in der Fertigungsanlage 1 mehrere Warenträger 12 mit darauf sich befindenden Formstabrohlingen 5 gleichzeitig befinden können.

- 30 Mit der Fertigungsanlage 1 können somit Formstäbe 2 für den Einsatz in elektrischen Maschinen bereitgestellt werden, die nach einem Verfahren aus Formstabrohlingen 5 hergestellt wurden, wobei das Verfahren die Schritte Vorbereiten der Formstabrohlinge 5 und Umformung

- 12 -

der Formstabrohlinge 5 entsprechend den voranstehenden Ausführungen umfasst. Dabei werden mehrere Formstabrohlinge 5 vor der Umformung auf einem Warenträger 12 positioniert und fixiert und auf dem Warenträger 12 sich befindend gemeinsam umgeformt.

5 Als Werkzeug für die Umformung der Formstabrohlinge 5 kann gemäß einer Verfahrensvariante der Warenträger 12 selbst verwendet werden.

Es kann weiter nach einer anderen Verfahrensvariante vorgesehen sein, dass mehrere Formstabrohlinge 5 auf dem Warenträger 12 sich befindend zumindest teilweise abisoliert werden.

10 Wie bereits voranstehend ausgeführt, kann die Fertigungsanlage 1 zur Bereitstellung der Formstäbe 2 Teil einer Gesamtanlage sein, mit der Teile von elektrischen Maschinen unter Verwendung der Formstäbe 2, wie z.B. Statoren, hergestellt werden. Dazu können Formstäbe 2 gegebenenfalls noch verdreht werden um die gewünschte Hairpin-Form zu erhalten, die beispielsweise in Fig. 3 andeutungsweise dargestellt ist.

Die Formstäbe 2 können dann in einer Korbbildungsstation 23 zu einem Formstabkorb zusammengefügt werden, wofür in der Korbbildungsstation 23 mehrere Übergabeteller 24 angeordnet sein können, die durch jeweils ein 180° Schwenken den Formstabkorb bilden.

20 Der Formstabkorb wird anschließend in Nuten eines Blechpakets 25 eingeführt, das vorher gegebenenfalls einer Nutisolierungsstation 26 zugeführt wurde.

25 Es kann weiter vorgesehen sein, dass Formstäbe 2 mit einer Sonderform für die Bildung des Formstabkorbes erforderlich sind. Dazu können diese gesondert behandelt und nach der Abisolierung abgesondert werden und auf einem eigenen Warenträger 12 (in Fig. 1 strichliert dargestellt) der Korbbildungsstation 23 zugeführt werden.

30 In den Fig. 9 bis 11 ist eine Ausführungsvariante eines Warenträgers 12 mit einem Umformwerkzeug 27 dargestellt (teilweise nur als Ausschnitt). Das Umformwerkzeug 27 ist vorzugsweise Teil des Warenträgers 12.

Der Warenträger 12 kann zwei seitliche Halteelemente 28, 29 aufweisen, mit denen mehrere Formstabrohlinge 5 gehalten werden können. Die Halteelemente 28, 29 können leistenförmig ausgebildet sein. Sie können aber auch eine andere Form aufweisen.

5 Das Umformwerkzeug 27 zur Umformung der Formstabrohling 5 weist ebenfalls pro Formstabrohling 5 zumindest ein Halteelement 30 und/oder Fixierelement auf, wie dies besser aus den Figuren 9 und 10 ersichtlich ist. Diese Halteelemente 30 und/oder Fixierelemente sind in der dargestellten Ausführungsvariante des Umformwerkzeuges 27 hakenförmig bzw. L-förmig ausgeführt und verschwenkbar gelagert. Die Verschwenkbarkeit ist zumindest zwischen  
10 einer Offenstellung und einer Geschlossenstellung gegeben. In der Offenstellung, die in Fig. 9 gezeigt ist, können die Formstabrohlinge 5 im Umformwerkzeug 27 für die Bearbeitung platziert werden. In der Geschlossenstellung, die in Fig. 10 gezeigt ist, liegen die Halteelemente 30 und/oder Fixierelemente an den Formstabrohlingen 5 für deren Bearbeitung, insbesondere Umformung, in der Fertigungsanlage 1 (Fig. 1) vorzugsweise zumindest teilweise an. Die  
15 Halteelemente 30 und/oder Fixierelemente können also zwischen einer Aufnahmen 31 für die Formstabrohlinge 5 freigebenden Stellung (Fig. 9) und einer diese Aufnahmen 31 verschließenden Stellung (Fig. 10) verschwenkt werden.

Die Halteelemente 30 und/oder Fixierelemente für die Formstabrohlinge 5 können auch an-  
20 ders ausgeführt sein, beispielsweise als Spannbacken, etc..

In der dargestellten Ausführung des Warenträgers 12 ist das Umformwerkzeug 27 mittig zwischen den beiden Halteelementen 28, 29 des Warenträgers 12 angeordnet. Je nach durchzuführender Umformung kann das Umformwerkzeug 27 aber auch anders platziert sein. Weiter  
25 besteht die Möglichkeit, dass mehr als ein Umformwerkzeug 27 vorgesehen bzw. angeordnet ist.

Falls das zumindest eine Umformwerkzeug 27 nicht Teil des Warenträgers 12 ist, wird der Warenträger 12 derart platziert, dass die Formstabrohlinge 5 entsprechend in das Umform-  
30 werkzeug 27 für das Umformen eingreifen, wie dies in den Figuren gezeigt ist.

- 14 -

Durch die Halterung bzw. Fixierung der Formstabrohlinge 5 mit dem Umformwerkzeug 27 kann an diesen eine erste Umformung durchgeführt werden, die in Fig. 11 dargestellt ist. Dabei werden die Formstabrohlinge 5 (mittig) umgebogen, indem die Enden der Formstabrohlinge z.B. nach oben verbracht werden (beispielsweise mit den beiden Haltelementen 28, 29 (Fig. 8) des Warenträgers 12. Zur Verdeutlichung der Umformung sind die Formstabrohlinge 5 in Fig. 11 sowohl im geraden Ausgangszustand als auch im umgeformten Zustand dargestellt. Die Umformung erfolgt dabei durch Biegung der Formstabrohlinge 5 über die Haltelemente 30 und/oder Fixierelemente.

In Fig. 12 ist ein weiterer Umformschritt zur Herstellung der Hair-Pins dargestellt. Dabei werden die Enden der Formstabrohlinge 5 jeweils nach oben gebogen, sodass die Formstabrohlinge 5 in etwa das Aussehen von Haarnadeln erhalten. Wiederum ist die Ausgangssituation, wie sie nach dem ersten Umformen gemäß Fig. 11 vorliegt, und der Endzustand nach dieser zweiten Umformung dargestellt.

Für diese Umformung kann das Umformwerkzeug 27 (oder gegebenenfalls ein gesondertes, weiteres Umformwerkzeug) mit schwenkbaren Formklappen 32 versehen sein. Die Formklappen 32 sind gelenkig an Halteklappen 33 angeordnet. Bevorzugt weisen die Formklappen 32 pro Formstabrohling 5 eine schlitzförmige Aufnahme 34 auf, die besser aus Fig. 11 zu erkennen sind. Die Formstabrohlinge 5 werden durch das Verschwenken der Formklappen 33 (nach oben) umgeformt. Dabei gelangen die Formstabrohlinge 5 in die bevorzugt angeordneten schlitzförmigen Aufnahmen 34, wodurch die Formstabrohlinge 5 beim Umformen abgestützt werden.

Die schlitzförmigen Aufnahmen 34 erstrecken sich ausgehend von einer Seitenkante über einen Teilbereich der Breite der Formklappen 33, wie dies aus Fig. 11 ersichtlich ist.

In den Fig. 13 und 14 ist ausschnittsweise eine weitere Ausführungsvariante des Umformwerkzeuges 27 dargestellt. Auch dieses Umformwerkzeug 27 kann gegebenenfalls Teil des Warenträgers 12 sein.

Das Umformwerkzeug 27 weist vorzugsweise ebenfalls die Haltelemente 30 und/oder Fixierelemente für die Halterung und/oder Fixierung der Formstabrohlinge 5 auf. Zusätzlich weist

- 15 -

das Umformwerkzeug 27 kammartige Umformelemente 35 auf, die in Richtung einer Längsachse 35 verschiebbar sind. Durch die Verschiebung zumindest eines dieser Umformelemente 35 in Richtung der Längsachse 36 werden die Formstabrohlinge 5 von Zinken 37 des Umformelementes 35 (oder der Umformelemente 35) umgeformt, wodurch die Formstabrohlinge 5 S-förmig umgeformt werden (S-Stroke), wie dies aus Fig. 14 ersichtlich ist.

Fig. 15 zeigt einen Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvariante des Umformwerkzeugs 27 gezeigt. Auch dieses Umformwerkzeug 27 kann die voranstehend beschriebenen Ausführungsvarianten des Umformwerkzeugs 27 mitumfassen, also insbesondere die Halteelemente 30 und/oder Fixierelemente und/oder die kammförmigen Umformelemente 35 und/oder die Formklappen 32 bzw. die Halteklappen 33.

Das Umformwerkzeug 27 nach Fig. 15 weist gelenkig bzw. verschwenkbar gelagerte Greifelemente 38, mit den die Formstabrohlinge 5 ergriffen und bogenförmig umgeformt werden können. Dazu sind diese Greifelemente 38 auf Umformleisten 39 angeordnet. Die Umformleisten 39 können in Richtung der Längsachse 36 verschoben werden.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die Formstabrohlinge 5 generell auf dem Warenträger 12 mit derartigen gelenkig gelagerten Greifelementen 38 gehalten werden können.

In Fig. 16 ist schematisch die Herstellung von Formstabrohlingen 5 aus einem Leiterdraht 7 in einer bevorzugten Ausführungsvariante der Fertigungsanlage 1 dargestellt. Es können damit Formstäbe 2 (bzw. generell Drahtstücke) aus dem endlosem, insbesondere rechteckigen, Leiterdraht in hoher Geschwindigkeit und mit variabler Länge hergestellt werden. Damit die Formstäbe 2 an beiden Enden abgerundete Kanten haben, werden sie vor dem Abschneiden an der Abschneidestelle mit einer (gegebenenfalls allseitigen) Kerbe versehen.

Die Fertigungsanlage 1 kann eine Zuführeinrichtung für den Leiterdraht 7 (Coil abspulen, nicht dargestellt) und eine Pufferstrecke (Schlaufengrube, nicht dargestellt) vor einer Richtstation 40, in der der Leiterdraht 7 gerichtet wird, aufweisen. Die Richtstation kann dem Stand der Technik entsprechend mit mehreren Richtwalzen 41 versehen sein. In einer Förderrichtung 42 des Leiterdrahts 7 durch die Fertigungsanlage 1 bevorzugt nach der Richtstation 40 angeordnet ist eine Drahtfördereinrichtung 43 vorgesehen. Die Drahtfördereinrichtung 43 ist

- 16 -

vorzugsweise als Bandförderantrieb ausgebildet, kann aber auch durch andere Antriebseinrichtungen gebildet sein. Mit der Drahtfördereinrichtung 43 wird der Leiterdraht kontinuierlich durch die Fertigungsanlage 1 gefördert/bewegt.

- 5 Der Drahtfördereinrichtung 43 in der Förderrichtung 42 nachgeordnet ist ein vertikales Kerbwalzenpaar 44 und ein horizontales Kerbwalzenpaar 45. Die Reihenfolge kann auch umgekehrt sein, dass also das horizontale Kerbwalzenpaar 45 vor dem vertikalen Kerbwalzenpaar 44 angeordnet ist. Zudem kann mehr als ein vertikales Kerbwalzenpaar 44 und/oder mehr als ein horizontales Kerbwalzenpaar 45 angeordnet sein, wenngleich dies nicht die bevorzugte Ausführungsvariante der Fertigungsanlage 1 ist.

Im vertikalen Kerbwalzenpaar sind Kerbwalzen 46 mit ihrer Drehachse liegend angeordnet. Im horizontalen Kerbwalzenpaar 45 sind dementsprechend Kerbwalzen 47 mit ihrer Drehachse stehend angeordnet.

15

Den Kerbwalzenpaaren 44, 45 in der Förderrichtung 42 nachgeordnet ist eine Trenneinrichtung 48 mit Schneidwalzen 49 (Schneidrädern) angeordnet.

20

Die Bearbeitung des Leiterdrahtes erfolgt also im Wesentlichen in drei Schritten: Kerbe ein- oder beidseitig eindrücken, Kerbe um 90 ° versetzt eindrücken, Leiterdraht 7 ablängen.

25

Mit dieser Fertigungsanlage können Formstabrohlinge 5 für die Herstellung von Formstäben für den Einsatz in elektrischen Maschinen hergestellt werden, wobei die Formstabrohlinge aus dem Leiterdraht 7 hergestellt werden, wozu der Leiterdraht 7 mit der Drahtfördereinrichtung 43 zu der Trenneinrichtung 48 gefördert wird, wobei der Leiterdraht 7 vor der Trenneinrichtung 48 mit Kerben versehen wird, wozu der Leiterdraht 7 durch zumindest ein vertikales Kerbwalzenpaar 44 und zumindest ein horizontales Kerbwalzenpaar 45 gefördert wird.

30

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das vertikale Kerbwalzenpaar 44 und/oder das horizontale Kerbwalzenpaar 45 den Leiterdraht 7 nur kurz berühren. Mit nur kurz ist gemeint, dass die Kerbwalzen 46 und/oder 47 nur im Bereich eines Eingriffswinkels von 5 ° bis 20 °, insbesondere von 5 ° bis 10 °, berühren. Der Eingriffswinkel ist auf eine vollständige Umdrehung von 360 ° der Kerbwalzen 46 und/oder

- 17 -

47 bezogen. Während der damit verbundenen Zeitspanne werden die Kerbwalzen 46 und/oder 47 synchron (mit gleicher Geschwindigkeit) mit dem Leiterdraht 7 mitbewegt (gedreht).

5 Den Rest des Umfanges der Kerbwalzen 46 und/oder 47 (also im Bereich von  $340^\circ$  bis  $355^\circ$ ), liegen die Kerbwalzen 46 und/oder 47 bevorzugt nicht am Leiterdraht 7 an. Somit können die Kerbwalzen 46 und/oder 47 nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung mit einer schnelleren oder einer langsameren Geschwindigkeit betrieben werden. Dies wiederum kann dazu ausgenützt werden, um kürzere oder längere Formstabrohlinge 5 herzustellen. Die Fertigungsanlage 1 kann damit zur Herstellung von Formstabrohlingen 5 mit variabler Länge  
10 eingesetzt werden, und zwar in einem kontinuierlichen Herstellungsverfahren für Formstabrohlinge 5.

Das vertikale Kerbwalzenpaar 44 und/oder das horizontale Kerbwalzenpaar 45 können dazu (jeweils) eine eigene Antriebseinrichtung (nicht dargestellt) aufweisen.

15 Zur Einsparung von Motorleistung kann vorgesehen sein, dass der Schneidwalzendurchmesser (Schneidraddurchmesser) auf die Länge der herzustellenden Formstabrohlinge 5 abgestimmt wird. Beispielsweise können die kürzesten Formstäbe 2 bei einem kleinen Elektromotor aktuell ca. 160 mm lang sein. Innerhalb einer Fertigungsanlage 1 differiert die Formstablänge ca. um den Faktor 2, also bis ca. 320 mm. Nimmt man den Mittelwert, also 240 mm,  
20 ergibt das einen Schneidwalzendurchmesser von  $240/\pi = 76,4$  mm. Die Schneidwalze muss dann in dem Bereich, wo es nicht im Eingriff ist, mit beschleunigter bzw. verzögerter Drehzahl angetrieben werden und sich während des Eingriffs auf die Bandgeschwindigkeit aufkopeln.

25 Bei einem anderen, größeren Motor variieren die Formstablängen von 400 mm bis 700 mm, wobei sich dann ein Schneidwalzendurchmesser von 175 mm ergibt.

30 Mit einem Schneidwalzendurchmesser abgestimmt auf den Mittelwert der Formstablängen kann daher Motorleistung eingespart werden, da die Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen reduziert werden können.

Sämtliche Seitenkanten des Formstabrohrlings 5 können gerundet ausgeführt sein, sodass also Kerben mit einem Radius erzeugt werden. Es kann aber nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass zwei nebeneinander ausgebildete Seitenkanten 51, 52 der Formstabrohlinge 5 scharfkantig belassen werden, wie dies in Fig. 17 dargestellt ist, die vereinfacht eine Draufsicht auf zwei miteinander verschweißten Formstäben 2 zeigt. Beim Schweißen, insbesondere Laserschweißen, kann es nämlich vorteilhaft sein, wenn die Enden an den anliegenden Stellen scharfkantig sind. Zur Realisierung dieser Ausführungsvariante das vertikale Kerbwalzenpaar und/oder das horizontale Kerbwalzenpaar nur mit einer Klingwalze versehen sein und die weitere Walze nur eine Stützfunktion aufweisen.

Nach einer Ausführungsvariante dazu können die Klingen zur Herstellung der Kerben auch beweglich sein und je nach Erfordernis aktiviert oder deaktiviert werden. Damit erhält man den zusätzlichen Freiheitsgrad, die Kerben beliebig anordnen zu können.

Um die Toleranzen der Längen der Formstabrohlinge 5 möglichst gering zu halten, kann vorgesehen werden, dass die Drahtfördereinrichtung 43, insbesondere der Bandförderantrieb, den Leiterdraht 7 relativ schlupfarm fördert. Zusätzlich oder alternativ dazu bewegt sich der Leiterdraht vorzugsweise mit konstanter Geschwindigkeit, um dynamische Effekte auszuschließen. Dynamisch ist dann nur mehr das Beschleunigen bzw. Verzögern der Kerbwalzen 46, 47 und Schneidwalzen 49, welche aber zu diesem Zeitpunkt nicht mit dem Draht im Eingriff sind.

Zur weiteren Verbesserung von Längentoleranzen kann vorgesehen sein, dass in der Fertigungsanlage 1 zusätzlich ein Encoder-Reibrad bzw. generell ein Wegmessgerät oder ein Geschwindigkeitsmessgerät angeordnet ist. Es kann damit eine Strecke, die der Leiterdraht 7 zurücklegt, bestimmt werden.

Weiter kann eine geringe Leiterdrahtlänge beim Einbringen der Kerben durch Parametrierung in einer Software kompensiert werden.

Sämtliche oder mehrere Antriebe können mit einer CNC-Steuerung mit hochauflösenden Inkrementalgebern miteinander gekoppelt werden.

Zusammenfassend hat die Fertigungsanlage 1 den Vorteil, dass die Länge der Formstabrohlinge 5 variabel ist und für jeden Formstab 2 separat eingestellt werden kann. Die Formstabrohlinge 5 können kontinuierlich mit Rotationswerkzeugen hergestellt werden. Dazu können vier Walzenpaare vorgesehen werden, nämlich ein Antriebswalzenpaar, zwei Kerbwalzenpaare 44, 45 und ein Trennwalzenpaar. Das Antriebswalzenpaar läuft bevorzugt mit konstanter Drehzahl (die Geschwindigkeit kann eventuell auch variabel sein, z. B. zur Anpassung an die nachfolgenden Prozesse, wenn diese nicht ganz kontinuierlich laufen) und erzeugt eine konstante Vorschubgeschwindigkeit des Leiterdrahtes 7. Das Kerbwalzenpaar 44 mit horizontaler Achse drückt einseitig oder beidseitig eine Kerbe in den Leiterdraht 7. Das zweite Kerbwalzenpaar 45 mit vertikaler Achse drückt ebenfalls einseitig oder beidseitig eine Kerbe in den Leiterdraht 7. Vorzugsweise werden drei Seiten des Formstabrohlings 5 beidseitig verrundet und die vierte Seite (nahezu) scharfkantig belassen, um das Fügen der Formstäbe 2 in den Stator zu erleichtern und später beim Beschichten keine dünnen Isolationsstellen an scharfen Kanten zu bekommen. Mit dem Trennwalzenpaar erfolgt die Abtrennung des Formstabrohlings 5 vom Leiterdraht 7. Die beiden Kerbwalzenpaare 44, 45 und das Trennwalzenpaar fahren bevorzugt nur während des Eingriffes synchron mit dem Leiterdraht 7, dazwischen langsamer oder schneller, je nach gewünschter Formstablänge. Damit kann jeder Formstab2 individuell eine andere Länge erhalten, trotz hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit.

Die Abstimmung kann beispielhaft wie folgt erfolgen:

1. In der Vorbereitungsstation 3 wird alle 0,25 sec ein Formstab 2 bereitgestellt.
2. Es werden nacheinander 8 Formstäbe 2 auf einen Warenträger 12 aufgesetzt.
3. Im Folgenden takten die Warenträger 12 mit einer Taktzeit von 2 Sekunden.
4. Der Abstand der Formstäbe 2 ist so bemessen, dass in der Laserentlackungsstation alle 8 Stabenden vom Laserscanner erreicht werden und in einem Durchgang bearbeitet werden können.

- 20 -

Je nach Erfordernis können mehrere solche Stationen nacheinander angeordnet werden, gegebenenfalls mit zwischengeschalteten Wendestationen, in denen alle acht Formstäbe 2 gleichzeitig um 90° bzw. 180° gewendet werden.

- 5 Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die angegebenen Taktzeiten und die Anzahl der Formstabrohlinge 5/Formstäbe 2 pro Warenträger 12 nur bei-spielhaft sind. Vorzugsweise takten die Warenträger 12 jedoch mit der achtfachen Taktzeit der Formstab-Bereitstellung.

Trotz der sehr kurzen Taktzeiten kann für jeden Stab eine eigene Länge erzeugt werden

- 10 In einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann das Gesenk 21 segmentiert ausgeführt sein. Während der Warenträger 12 taktet können die einzelnen Segmente unterschiedlich verstellt und dann fixiert werden. Damit ist es möglich, auch für jeden einzelnen Stab eine eigene Biegeform zu erzeugen.

- 15 Die Ausführungsbeispiele zeigen bzw. beschreiben mögliche Ausführungsvarianten der Fertigungsanlage 1, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass auch Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

- 20 Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Fertigungsanlage 1 bzw. des Warenträgers 12 diese nicht zwingenderweise maßstäblich dargestellt sind.

25

30

**Bezugszeichenaufstellung**

|    |                       |    |                        |
|----|-----------------------|----|------------------------|
| 1  | Fertigungsanlage      | 31 | Aufnahme               |
| 2  | Formstab              | 32 | Formklappe             |
| 3  | Vorbereitungsstation  | 33 | Halteklappe            |
| 4  | Umformungsstation     | 34 | Aufnahme               |
| 5  | Formstabrohling       | 35 | Umformelement          |
| 6  | Rolle                 | 36 | Längsachse             |
| 7  | Leiterdraht           | 37 | Zinke                  |
| 8  | Walze                 | 38 | Greifelement           |
| 9  | Richtzone             | 39 | Umformleiste           |
| 10 | Prägezone             | 40 | Richtstation           |
| 11 | Schneidzone           | 41 | Richtwalze             |
| 12 | Warenträger           | 42 | Förderrichtung         |
| 13 | Drehpfeil             | 43 | Drahtfördereinrichtung |
| 14 | Abisolierstation      | 44 | Kerbwalzenpaar         |
| 15 | Drehvorrichtung       | 45 | Kerbwalzenpaar         |
| 16 | Warenträgerteil       | 46 | Kerbwalze              |
| 17 | Warenträgerteil       | 47 | Kerbwalze              |
| 18 | Gelenk                | 48 | Trenneinrichtung       |
| 19 | Pfeil                 | 49 | Schneidwalze           |
| 20 | Warenträgerteil       | 50 | Seitenkante            |
| 21 | Gesenk                | 51 | Seitenkante            |
| 22 | Vertiefung            |    |                        |
| 23 | Korbbildungsstation   |    |                        |
| 24 | Übergabeteller        |    |                        |
| 25 | Blechpaket            |    |                        |
| 26 | Nutisolierungsstation |    |                        |
| 27 | Umformwerkzeug        |    |                        |
| 28 | Halteelement          |    |                        |
| 29 | Halteelement          |    |                        |
| 30 | Halteelement          |    |                        |

- 22 -

**P a t e n t a n s p r ü c h e**

1. Verfahren zum Bereitstellen von Formstäben (2) aus Formstabrohlingen (5) für den Einsatz in elektrischen Maschinen umfassend die Schritte:

- 5       - Vorbereiten der Formstabrohlinge (5);  
      - Umformung der Formstabrohlinge (5),

dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Formstabrohlinge (5) vor der Umformung auf einem Warenträger (12) positioniert und fixiert werden und auf dem Warenträger (12) sich befindend gemeinsam bearbeitet, insbesondere umgeformt, werden.

10

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Formstabrohlinge (5) mit dem Warenträger (12) als Werkzeug umgeformt werden.

15

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Formstabrohlinge (5) auf dem Warenträger (12) sich befindend zumindest teilweise abisoliert werden.

20

4. Verfahren zum Bereitstellen von Formstabrohlingen (5) für die Herstellung von Formstäben (2) für den Einsatz in elektrischen Maschinen, wobei die Formstabrohlinge aus einem Leiterdraht (5) hergestellt werden, wozu der Leiterdraht mit einer Drahtfördereinrichtung zu einer Trenneinrichtung gefördert wird, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiterdraht vor der Trenneinrichtung mit Kerben versehen wird, wozu der Leiterdraht durch zumindest ein vertikales Kerbwalzenpaar und zumindest ein horizontales Kerbwalzenpaar gefördert wird.

25

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das vertikale Kerbwalzenpaar und/oder das horizontale Kerbwalzenpaar den Leiterdraht nur im Bereich eines Eingriffswinkels von 5 ° bis 20 ° berührt und während der damit verbundenen Zeitspanne synchron mit dem Leiterdraht mitbewegt wird.

30

- 23 -

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das vertikale Kerbwalzenpaar und/oder das horizontale Kerbwalzenpaar außerhalb der Zeitspanne, in der dieses/diese synchron mit dem Leiterdraht mitbewegt wird/werden, langsamer oder schneller bewegt wird/werden.

5

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kerben gerundet ausgeführt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwei  
10 nebeneinander ausgebildete Seitenkanten der Formstabrohlinge scharfkantig belassen werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Strecke, die der Leiterdraht zurücklegt, bestimmt wird.

15 10. Fertigungsanlage (1) zum Bereitstellen von Formstäben (2) für den Einsatz in elektrischen Maschinen, wobei die Fertigungsanlage (1) eine Umformungsstation (4) für die Umformung von Formstabrohlingen (5) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Fertigungsanlage (1) weiter zumindest einen Formträger (12) aufweist, auf dem mehrere Formstabrohlinge (5) angeordnet werden können, und auf dem die Formstabrohlinge (5) sich befin-  
20 dend gleichzeitig umgeformt werden können.

11. Fertigungsanlage (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Warenträger (12) als Umformwerkzeug für die Formstabrohlinge (5) ausgebildet ist.

25 12. Fertigungsanlage (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Warenträger (12) zumindest zweiteilig ausgebildet ist, wobei zumindest zwei Warenträgerteile (16, 17) über eine gemeinsame Schwenkachse miteinander verbunden sind, und dass Aufnahmebereiche für die Formstabrohlinge (5) jeweils auf beiden Warenträgerteilen (16, 17) ausgebildet sind.

30

13. Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Warenträger (12) Vertiefungen (22) aufweist, wobei jeweils eine Vertiefung (22) für die Aufnahme jeweils eines Formstabrohlings (5) ausgebildet ist.

14.           Fertigungsanlage (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass diese weiter eine Abisolierstation (14) umfasst, und dass die Abisolierstation (14) zur Aufnahme des Warenträgers (12) mit den mehreren darauf befindlichen Formstabrohlungen (5) ausgebildet ist.

15.           Fertigungsanlage (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Abisolierstation (14) zumindest eine Drehvorrichtung (15) zum Drehen des Warenträgers (12) aufweist.

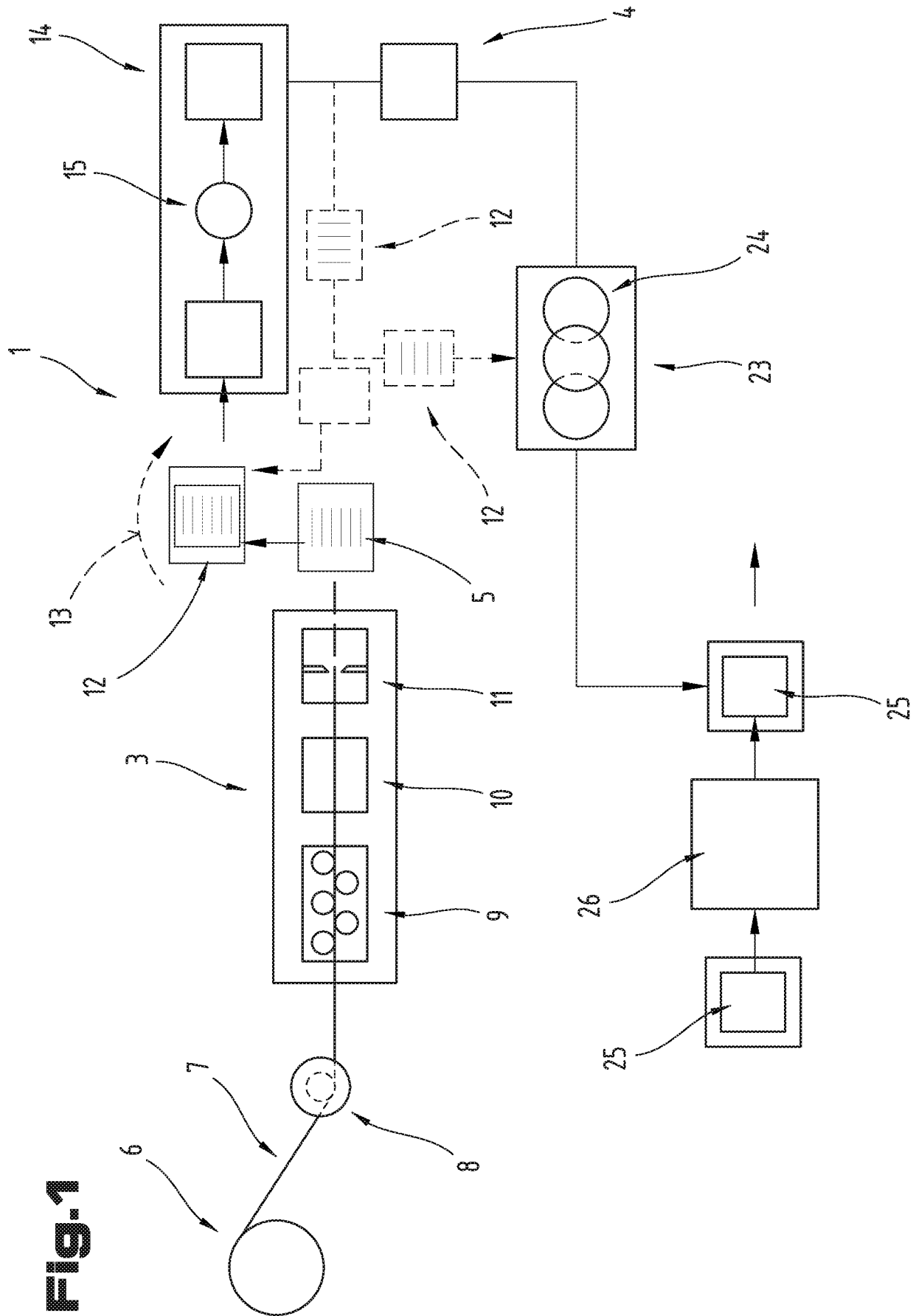
16.           Fertigungsanlage (1) nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Abisolierstation (14) in Produktionsrichtung vor der Umformungsstation (4) angeordnet ist.

17.           Fertigungsanlage (1) zum Bereitstellen von Formstabrohlungen (5) für die Herstellung von Formstäben (2) für den Einsatz in elektrischen Maschinen, insbesondere nach einem der Ansprüche 10 bis 16, umfassend eine Drahtfördereinrichtung und eine Trenneinrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass die Fertigungsanlage (1) weiter zumindest ein vertikales Kerbwalzenpaar und zumindest ein horizontales Kerbwalzenpaar aufweist.

18.           Fertigungsanlage nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das vertikale Kerbwalzenpaar und/oder das horizontale Kerbwalzenpaar eine eigene Antriebseinrichtung aufweisen.

19.           Fertigungsanlage nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das vertikale Kerbwalzenpaar und/oder das horizontale Kerbwalzenpaar nur mit einer Klinge versehen ist und die weitere Walze nur eine Stützfunktion hat.

20.           Fertigungsanlage nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein Encoder-Reibrad angeordnet ist.



2/10

**Fig.2**

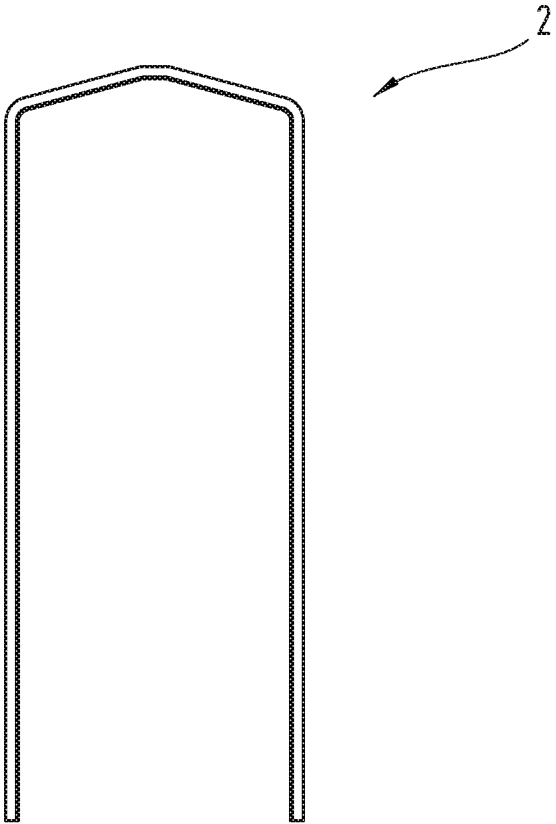


**Fig.3**

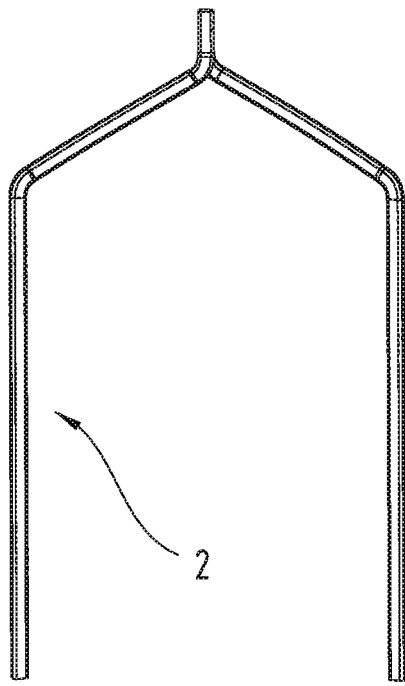


**Fig.4**

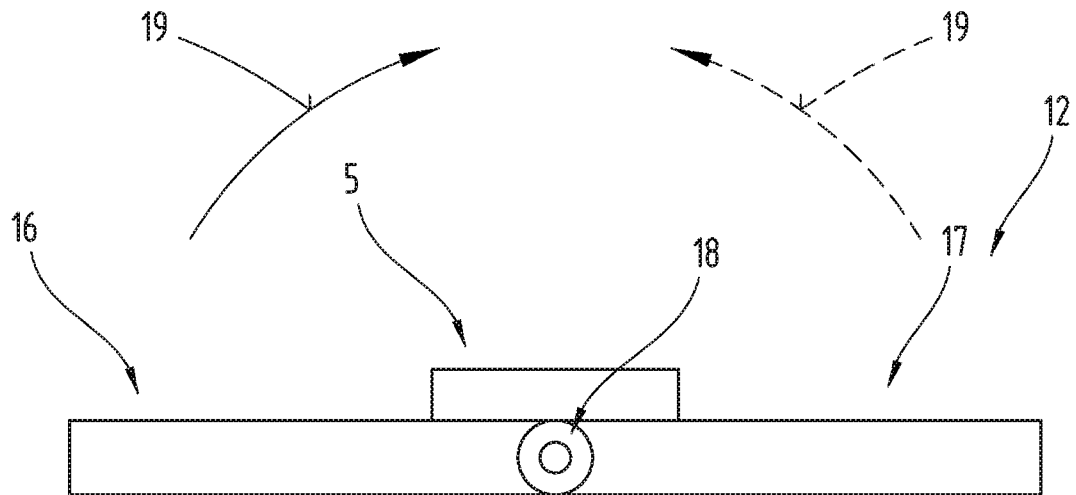
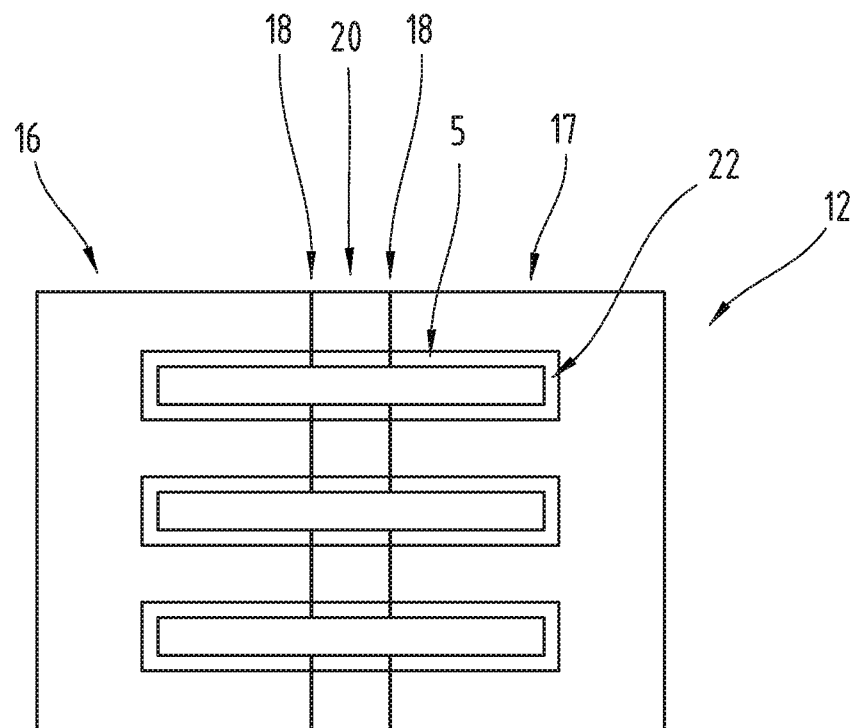


**Fig.5**



4/10

**Fig.6**

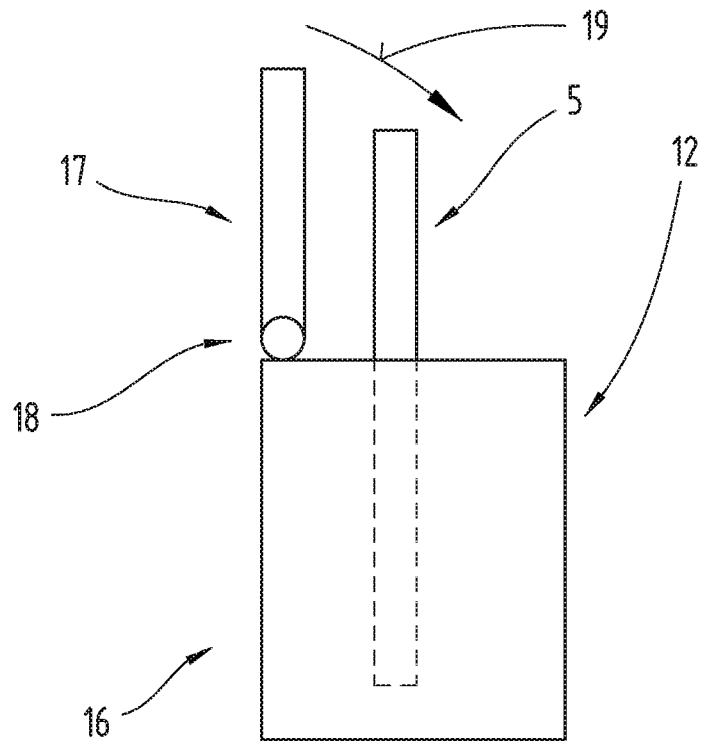
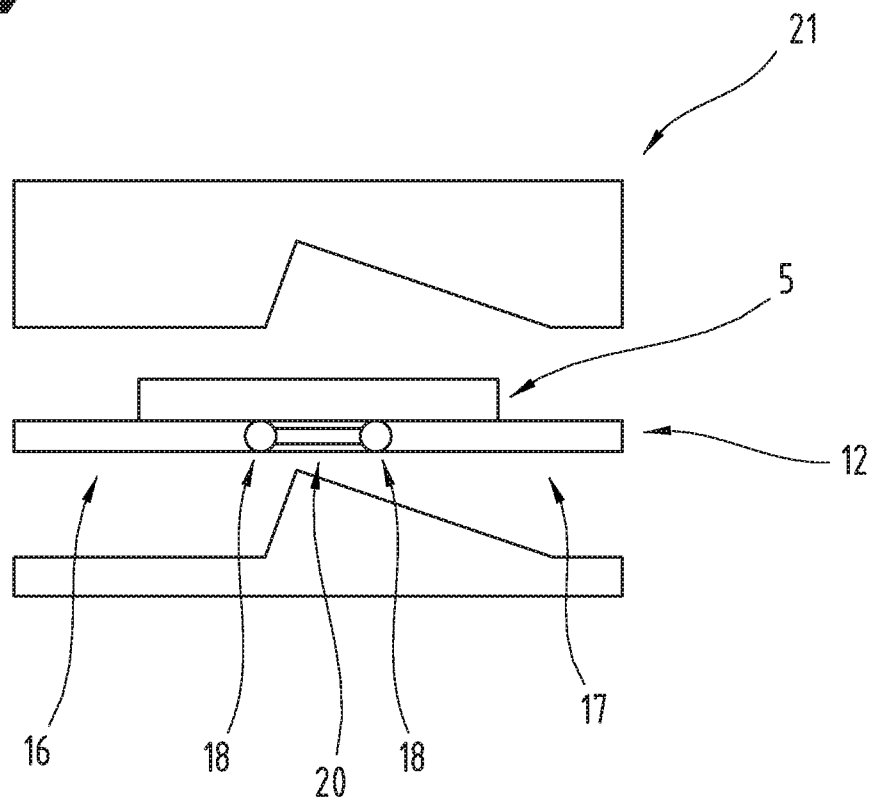


**Fig.7**



5/10

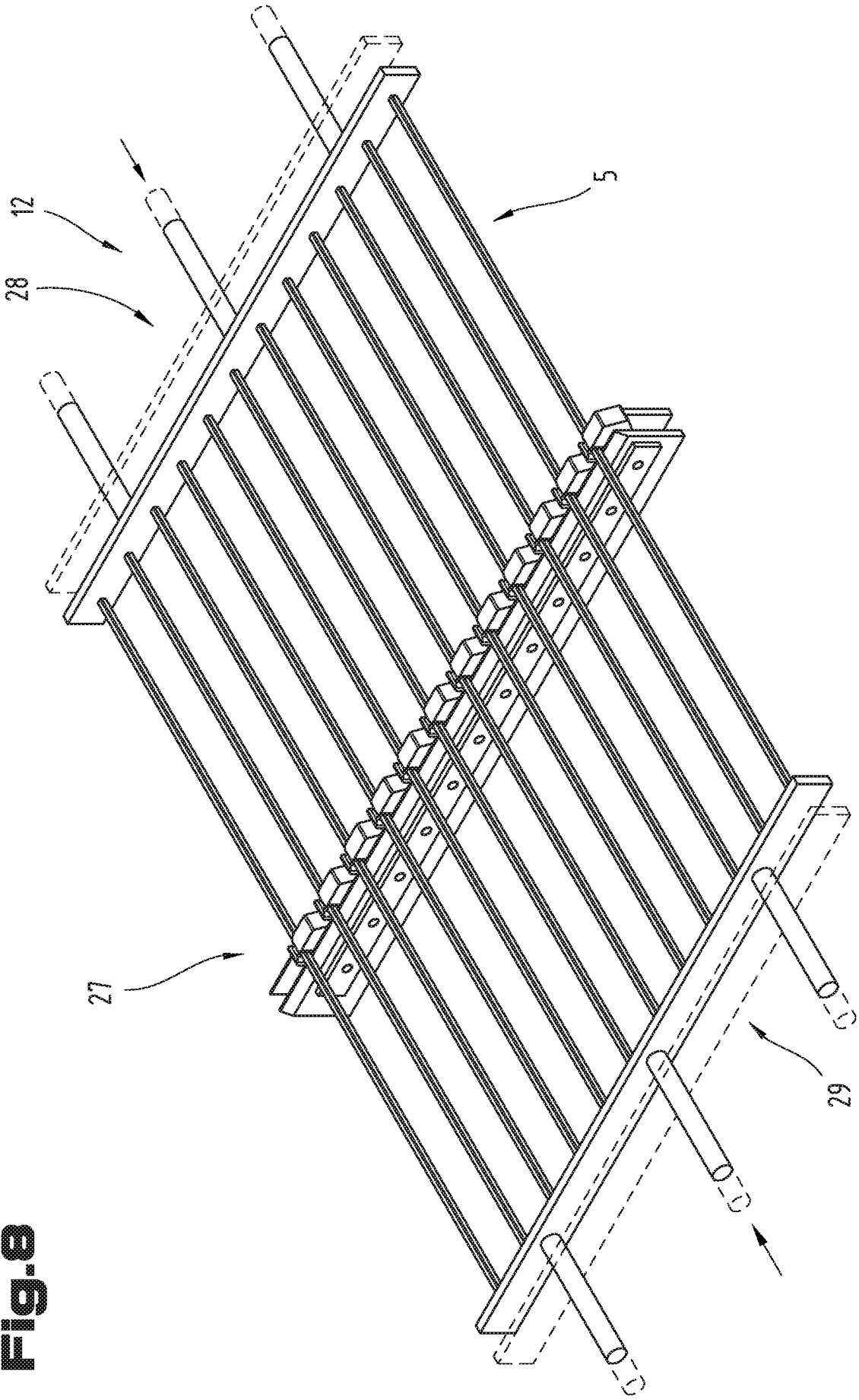


Fig. 8

6/10

**Fig.9**

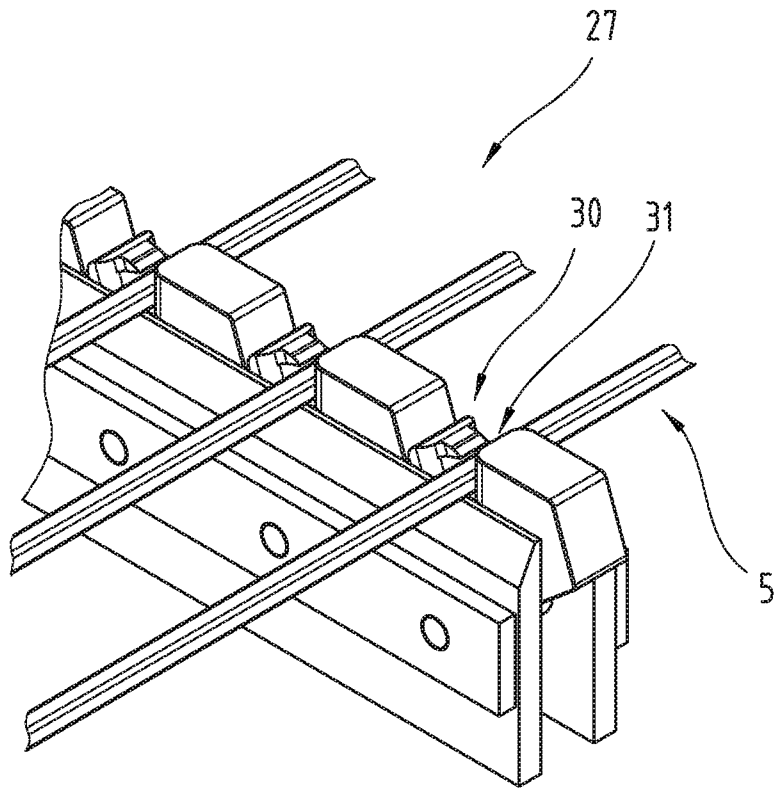


**Fig.10**

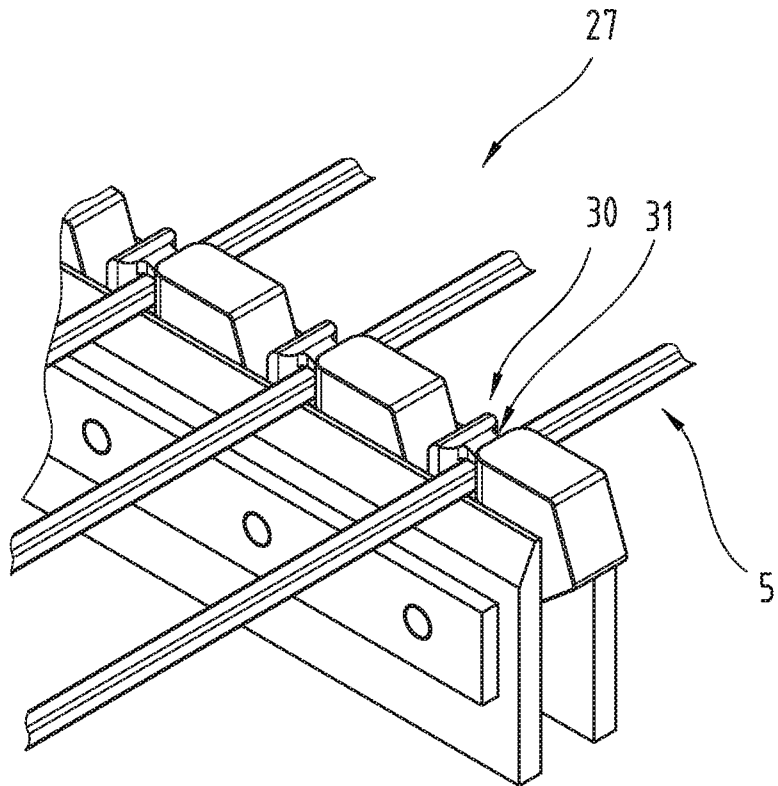
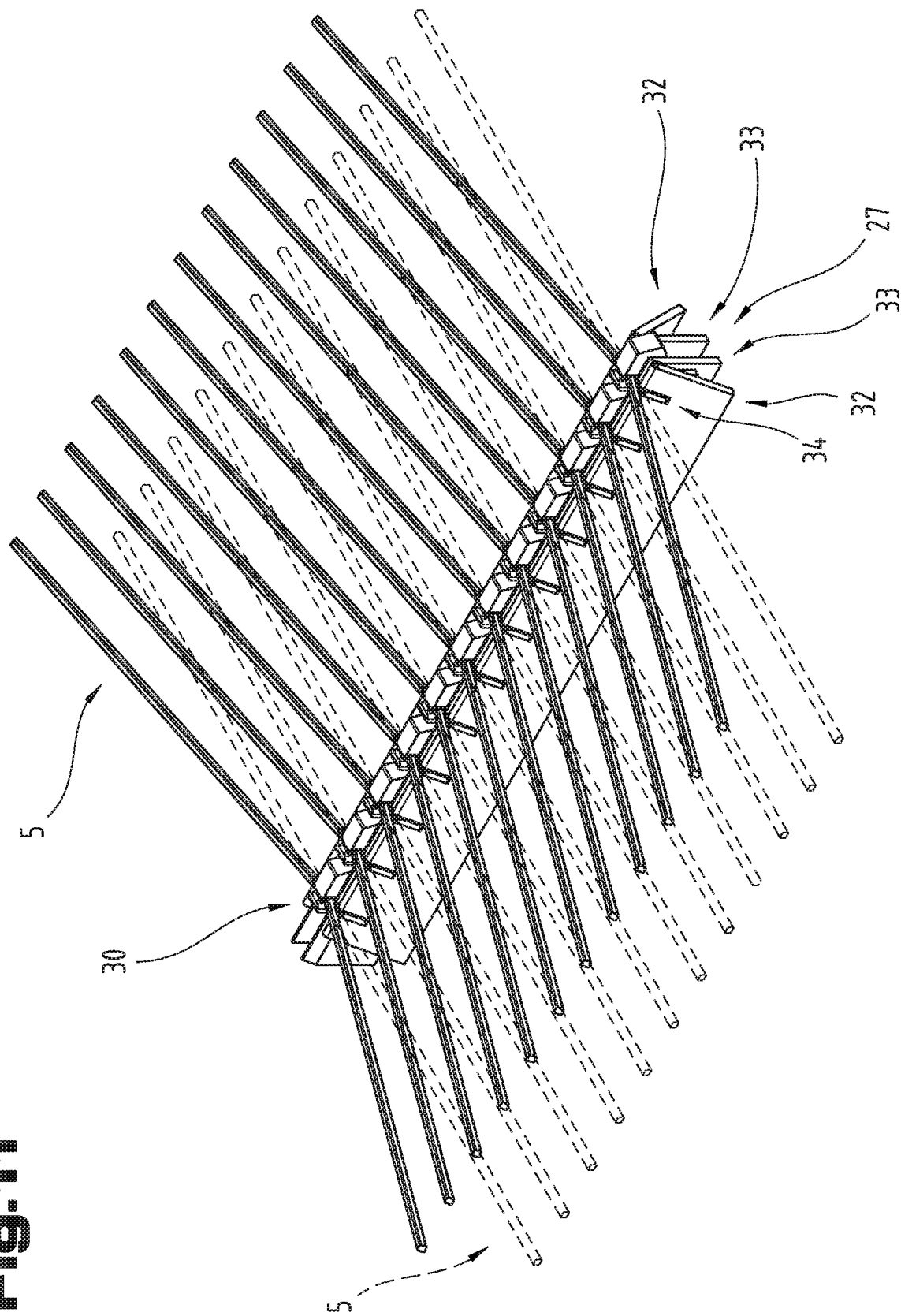
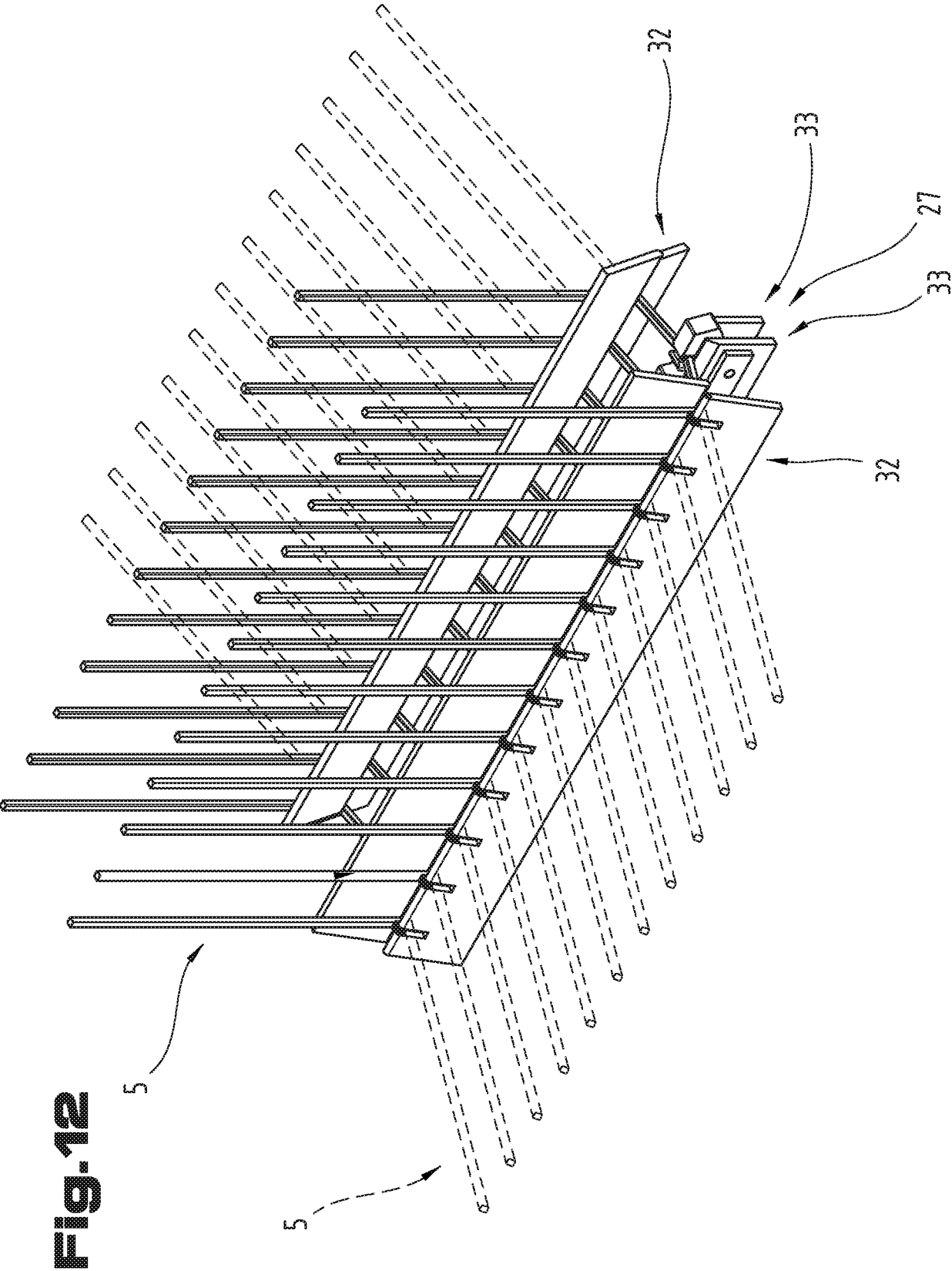


Fig.11





9/10

**Fig.13**

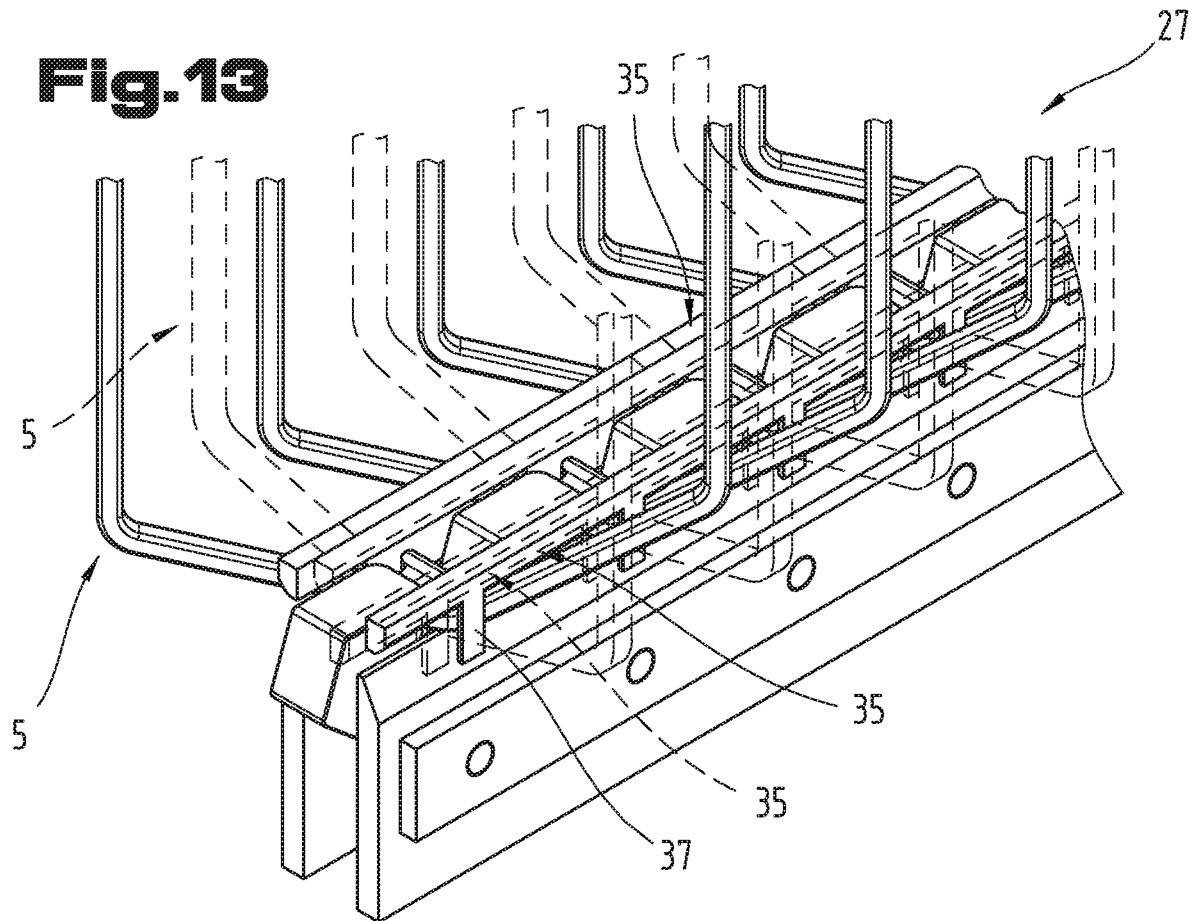
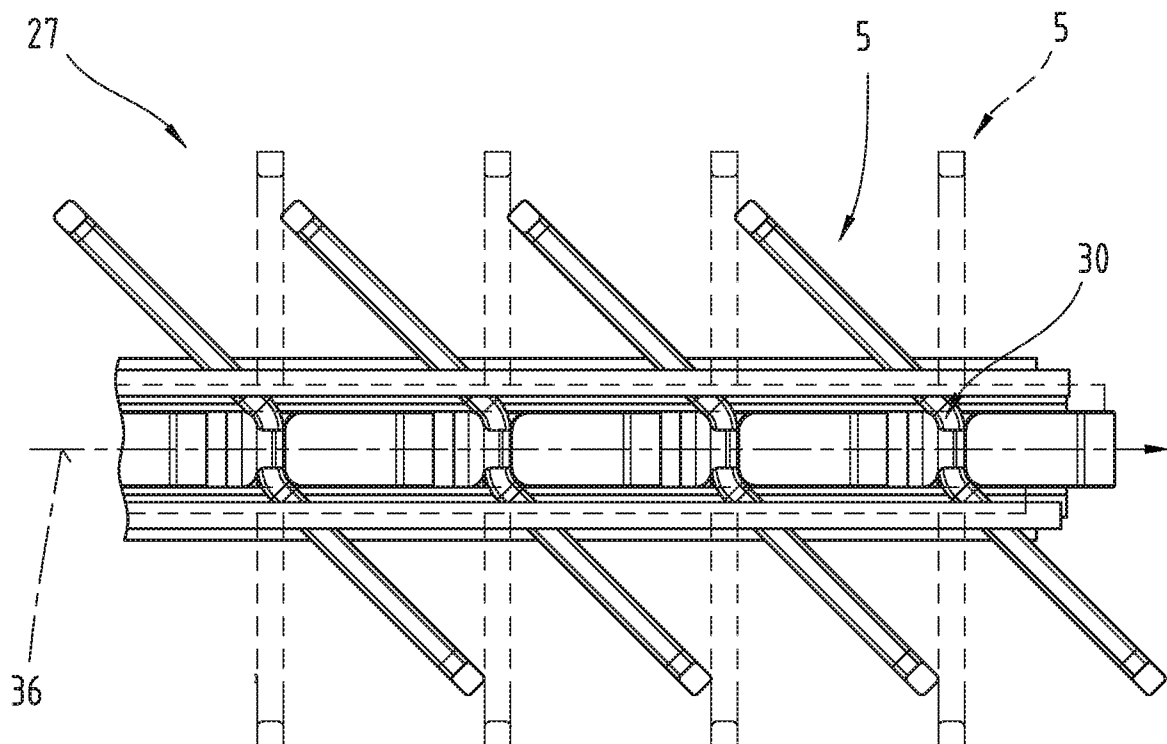
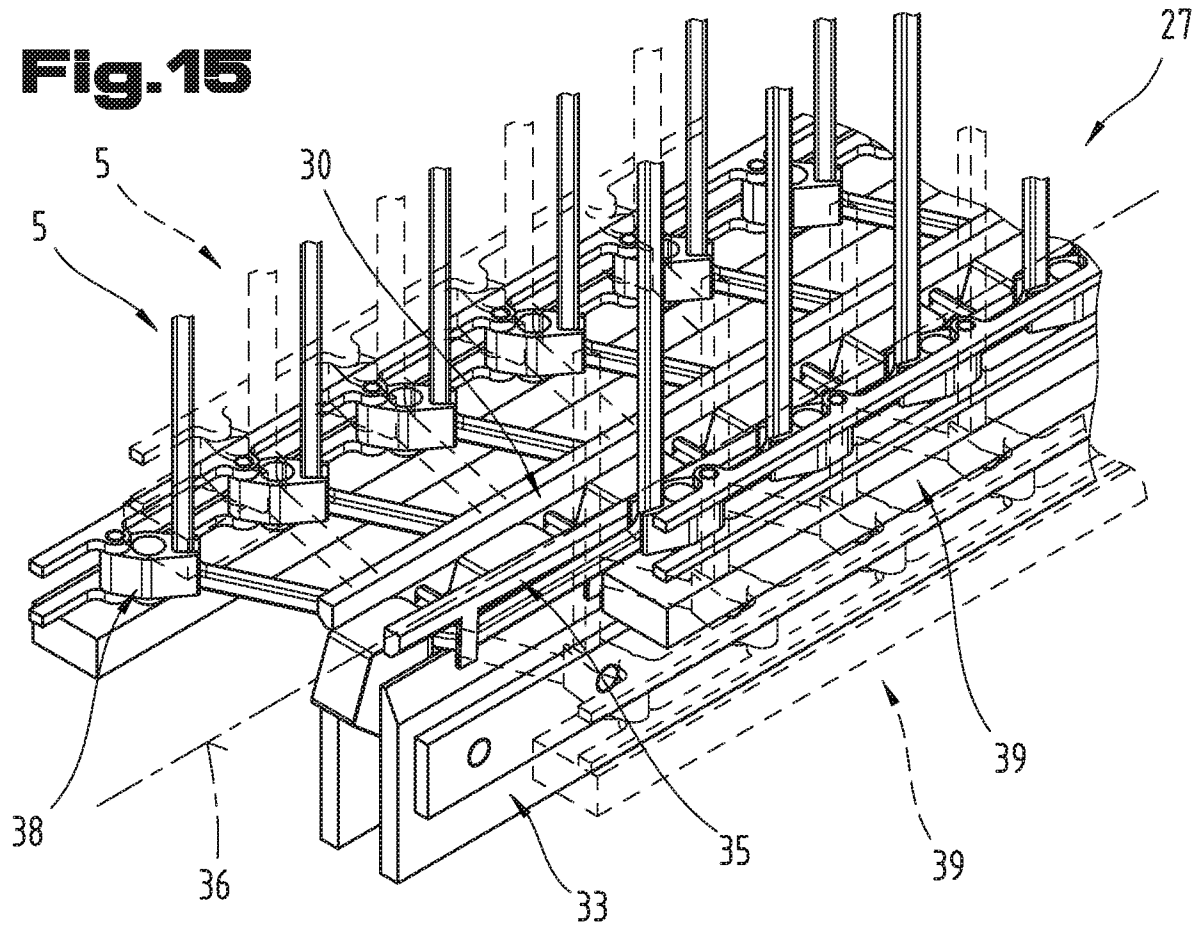
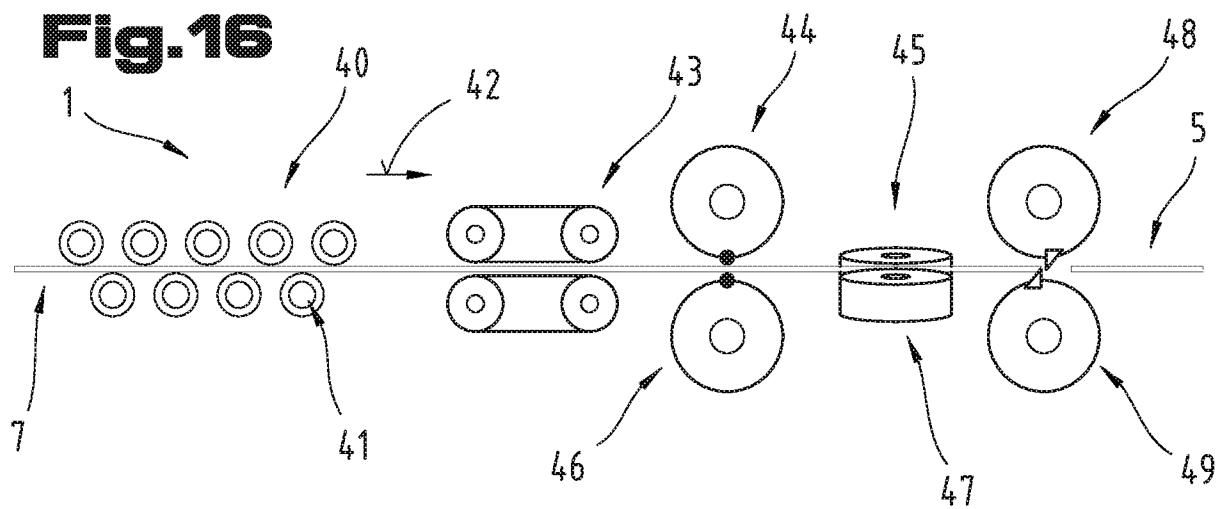


**Fig.14**



10/10

**Fig.15****Fig.16****Fig.17**