



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

**0 393 301
A2**

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 90100244.4

Int. Cl.⁵: **B21D 1/05**

Anmeldetag: 06.01.90

Priorität: 18.04.89 DE 3912676

Anmelder: **BWG BERGWERK- UND
WALZWERK-MASCHINENBAU GMBH**
Mercatorstrasse 74-76
D-4100 Duisburg 1(DE)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.10.90 Patentblatt 90/43

Erfinder: **Noé, Oskar, Dipl.-Ing.**
Eintrachtstrasse 44
D-4330 Mülheim (Ruhr)(DE)
Erfinder: **Noé, Rolf, Dipl.-Ing.**
Baakendorfer Strasse 3
D-4330 Mülheim (Ruhr)(DE)
Erfinder: **Noé, Andreas, Dr. mont. Dipl.-Ing.**
Schlehenhang 14
D-4330 Mülheim (Ruhr)(DE)

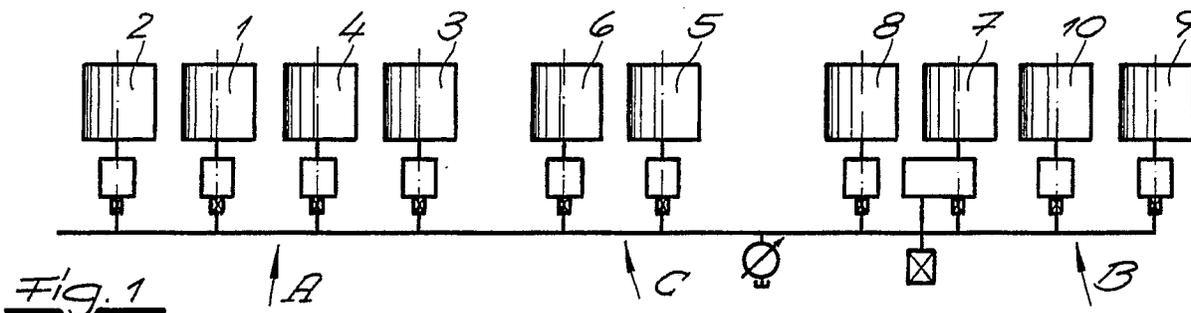
Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

Vertreter: **Honke, Manfred, Dr. et al**
Patentanwälte Andrejewski, Honke & Partner
Theaterplatz 3 Postfach 10 02 54
D-4300 Essen 1(DE)

Verfahren und Vorrichtung zum kontinuierlichen Zugrecken von dünnen Bändern, insbesondere von metallischen Bändern.

Es handelt sich um ein Verfahren zum kontinuierlichen Zugrecken von metallischen Bändern, wonach das jeweilige Band einen Bremsrollensatz und einen Zugrollensatz durchläuft und zwischen beiden Rollensätzen im Zuge seiner Reckung im plastischen Bereich einem Streckzug unterworfen wird, welcher der Streckgrenze des Bandmaterials entspricht. Das Band wird in einem zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz zwischengeschalteteten Zugreckrollenpaar lediglich dem zu seiner Reckung im plastischen Bereich erforderlichen Streckzug unterworfen. Dadurch wird die Querdehnung im Wege der plastischen Reckung minimiert, so daß nicht länger Mittenschüsseln oder im Falle der Bandlängsteilung ungleich lange Seitenkanten auftreten.

EP 0 393 301 A2



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum kontinuierlichen Zugrecken von dünnen Bändern, insbesondere von metallischen Bändern aus Stahl, Aluminium od. dgl. Metallen mit einer Banddicke zwischen 0,05 mm und 0,5 mm, wonach das jeweilige Band einen Bremsrollensatz und einen Zugrollensatz durchläuft und zwischen beiden Rollensätzen im Zuge seiner Reckung im plastischen Bereich einem Streckzug unterworfen wird, welcher der Streckgrenze bzw. Fließgrenze des Bandmaterials entspricht oder diese Streckgrenze geringfügig übersteigt.

Zum Planieren von dünnen metallischen Bändern werden Zugrekanlagen mit einem Bremsrollensatz und einem Zugrollensatz eingesetzt. Beide Rollensätze weisen zwei oder mehr Rollen auf, die mit gestaffelten Drehmomenten und folglich Streckzügen beaufschlagt werden, so daß schließlich der für die gewünschte Reckung erforderliche Streckzug zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz erreicht wird. Im Zuge des Reckvorganges wird die plastische Längung des betreffenden Bandes aus der Reduzierung der Banddicke und Bandbreite bezogen. Während die Banddickenreduzierung nicht behindert wird, wird die Bandbreitenreduzierung in Querrichtung durch die Reibung zwischen dem Band und den betreffenden Rollen so behindert, daß sich vom Bandrand zur Bandmitte hin wachsende Querspannungen aufbauen und folglich im mittleren Bandbereich größere plastische Verformungen als im Randbereich auftreten. Tatsächlich wird die Bandbreitenreduzierung in Querrichtung insbesondere deshalb behindert, weil man mit möglichst wenig Rollen hohe Streckzüge aufbauen will und folglich Rollen einsetzt, deren Rollenmäntel mit einem Reibbelag aus Gummi, Kunststoff od. dgl. versehen sind. Hierbei hat die letzte Rolle des Bremsrollensatzes sowie die erste Rolle des Zugrollensatzes den maximalen Streckzug auf das Band gemäß einer Staffelung des Reibwertes $e^{\mu\alpha}$ zu übertragen. Jedenfalls werden die erzeugten Streckzüge so eingestellt, daß die jeweilige Streckgrenze bzw. Fließgrenze des betreffenden Bandes zwischen der letzten Bremsrolle und der ersten Zugrolle erreicht wird und eine beliebig einstellbare Bandlängung erfolgt. Die hierbei auftretenden Längsspannungen verursachen die erwähnten Querspannungen, welche vom Bandmaterial abhängig sind. Das Verhältnis von ϵ_{Quer} zu $\epsilon_{\text{Längs}}$ der sogenannte Poisson'sche Beiwert μ , liegt für Metalle im Bereich zwischen 0,25 - 0,3. Wird einem Band eine Längsspannung aufgeprägt, so erfolgt eine Bandeinschnürung sowohl im elastischen als auch im plastischen Bereich. Da das Band am Quergleiten auf den Rollen gehindert wird, bauen sich die Querspannungen vom Rand zur Mitte hin ansteigend auf. In Verbindung mit den Längsspannungen entstehen hierdurch in der Bandmitte größere Längsformänderungen. Das gilt sowohl für die elastische als auch für die plastische Verformung, so daß im Zuge des Reckvorganges mehr oder minder starke Mittenschüsseln auftreten, die insbesondere bei Bändern für lithographische Zwecke nicht tragbar sind. Außerdem treten bei der Reckung im plastischen Bereich Restspannungen in Längsrichtung auf, die ungleichmäßig über die Bandbreite verteilt sind. Schneidet man ein solches Band für verschiedene Druckformate in Längsstreifen, so weisen die jeweils innenliegenden Kanten geringfügig längere Seiten als die außenliegenden Kanten auf, was ebenfalls stört. Dieser Effekt wird noch dadurch verstärkt, daß sich das Band in die elastische Beschichtung der Rollenmäntel eindrücken kann, so daß sich die Bandkanten im Randbereich stärker als im mittleren Bandbereich in die Rollenmäntel einpressen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum kontinuierlichen Zugrecken von dünnen Bändern, insbesondere von metallischen Bändern, der eingangs beschriebenen Art anzugeben, wonach die bei plastischer Reckung auftretenden Bandqueränderungen auf ein Minimum reduziert und folglich die Bildung von Mittenschüsseln sowie von über die Bandbreite ungleichmäßig verteilten Restspannungen nahezu eliminiert werden.

Diese Aufgabe löst die Erfindung bei einem gattungsgemäßen Verfahren dadurch, daß das Band in einem zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz zwischengeschalteten Zugreckrollenpaar lediglich dem zu seiner Reckung im plastischen Bereich erforderlichen Streckzug unterworfen wird. In diesem Zusammenhang lehrt die Erfindung mit selbständiger Bedeutung, daß mit dem Zugreckrollenpaar etwa 5 % - 25 % des maximalen Streckzuges für die plastische Reckung und mit dem Bremsrollensatz und Zugrollensatz 75 % - 95 % des maximalen Streckzuges für die elastische Reckung des Bandes erzeugt werden. -Im Rahmen der Erfindung wird, also nunmehr durch den Bremsrollensatz und den Zugrollensatz jener Streckzug erzeugt, welcher für die elastische Verformung des durchlaufenden Bandes erforderlich ist. Den Rollen des Bremsrollensatzes und des Zugrollensatzes kommt also ein verhältnismäßig hoher Streckzuganteil zu. Das stört jedoch deshalb nicht, weil das Band im Zuge seiner elastischen Verformung keine bleibenden Queränderungen erfährt. Dagegen erfolgt die plastische Verformung des Bandes im Zuge des Reckvorganges lediglich im Bereich des Zugreckrollenpaares, dem der restliche und verhältnismäßig niedrige Streckzuganteil zukommt. Es wird also der für die gewünschte Reckung des Bandes erforderliche Streckzug auf einerseits den Bremsrollensatz und Zugrollensatz für die elastische Reckung und andererseits auf das Zugreckrollenpaar für die plastische Reckung des betreffenden Bandes aufgeteilt. In diesem Zusammenhang geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, daß für die Reckung im plastischen Bereich,

also um die Streck- bzw. Fließgrenze des Bandmaterials zu erreichen und ggf. geringfügig zu überschreiten, lediglich ein niedriger Spannungsanteil erforderlich ist. Daraus resultiert bei durch das Bandmaterial vorgegebenem Elastizitätsmodul eine entsprechend geringe Querdehnung. Daraus wiederum resultiert eine verhältnismäßig gleichmäßige Spannungsverteilung über die Bandbreite, so daß die Mittenschüsseln
 5 praktisch nicht mehr auftreten und unterschiedlich lange Bandseiten nach Bandlängsteilung nicht mehr zu befürchten sind. Folglich steht ein einwandfreies Produkt selbst für lithographische Zwecke zur Verfügung.

Gegenstand der Erfindung ist auch eine Zugrekanlage, welche zur Durchführung des beanspruchten Verfahrens besonders geeignet ist und in ihrem grundsätzlichen Aufbau einen Bremsrollensatz und einen Zugrollensatz aufweist. Diese Zugrekanlage ist dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Bremsrollensatz
 10 und dem Zugrollensatz ein Zugrechkrollenpaar angeordnet ist. Die Verspannung von Bremsrollensatz, Zugrechkrollenpaar und Zugrollensatz kann in bekannter Weise erfolgen. Um Bandqueränderungen im Zuge des plastischen Reckens und folglich im Bereich des Zugrechkrollenpaares auch durch eine geeignete Rollenausbildung zu minimieren, sieht die Erfindung vor, daß die Zugrechkrollen metallische Rollenmäntel aufweisen, deren Oberfläche gehärtet oder hart beschichtet und feinstbearbeitet ist. Dadurch wird die
 15 Reibung zwischen dem betreffenden Band und dem Zugrechkrollenpaar so minimiert, daß sich nicht länger aufgrund von Reibungseinflüssen vom Bandrand zur Bandmitte hin wachsende Querspannungen aufbauen, sondern vielmehr eine im wesentlichen gleichmäßige Spannungsverteilung über die Bandbreite erreicht wird. In diesem Zusammenhang sieht die Erfindung vor, daß die Rollenmäntel der Zugrollen aus einer Metallegierung mit niedrigem Reibungskoeffizienten wie z. B. aus austenitischem Gußeisen mit Lamellen- oder Kugelgraphit, Bronze-Legierungen od. dgl. bestehen. Dadurch wird zugleich ein Gleiten ohne Freßneigung ermöglicht. Der Gleiteffekt läßt sich dadurch weiter optimieren, daß die Zugrechkrollen vorzugsweise mit einem Gleitmittel, z. B. einer Öl-Emulsion beaufschlagbar sind, die zugleich das Anbacken loser Partikel verhindert. - Zweckmäßigerweise ist der Durchmesser der Zugrechkrollen 1500 mal größer als die maximale
 20 Banddicke, damit die an der plastischen Zugreckung noch beteiligte Biegung auf den Zugrechkrollen nur geringen Einfluß auf die Längskrümmung bzw. Planlage hat.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert; es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Zugrekanlage in schematischer Aufsicht mit einer hydraulischen Verspannung,

30 Fig. 2 den Gegenstand nach Fig. 1 in Seitenansicht ohne die Verspannung,

Fig. 3 einen Querschnitt durch ein Metallband auf einer Rolle mit elastischem Rollenmantel und daraus resultierendem Spannungsaufbau im Zuge des Reckvorganges,

Fig. 4 einen Querschnitt durch ein Metallband auf einer erfindungsgemäßen Zugrechkrolle mit gleitfreundlichem Rollenmantel und erfindungsgemäßem Spannungsaufbau im Zuge des Reckvorganges
 35 und

Fig. 5 eine abgewandelte Ausführungsform des Gegenstandes nach Fig. 1.

In den Figuren ist eine Zugrekanlage zum kontinuierlichen Zugrecken von dünnen Metallbändern M aus insbesondere Stahl, Aluminium od. dgl. mit einer Banddicke zwischen 0,05 mm und 0,5 mm dargestellt. Diese Zugrekanlage weist in ihrem grundsätzlichen Aufbau einen Bremsrollensatz A mit Bremsrollen 1, 2,
 40 3, 4 und einen Zugrollensatz B mit Zugrollen 7, 8, 9, 10 auf. Zwischen dem Bremsrollensatz A und dem Zugrollensatz B ist ein Zugrechkrollenpaar C mit Zugrechkrollen 5, 6 angeordnet. Zumindest die Zugrechkrollen 5, 6 weisen metallische Rollenmäntel 11 auf, deren Oberfläche gehärtet oder hart beschichtet und feinstbearbeitet ist. Im einzelnen kann es sich bei den Rollenmänteln 11 um eine Metallegierung mit niedrigem Reibungskoeffizienten wie z. B. aus austenitischem Gußeisen mit Lamellen- oder Kugelgraphit,
 45 Bronze-Legierungen od. dgl. handeln. Die Zugrechkrollen 5, 6 können mit einem Gleitmittel beaufschlagbar sein. Der Durchmesser der Zugrechkrollen 5, 6 ist 1500 mal größer als die maximale Banddicke gewählt. - Im Rahmen der Erfindung können der Bremsrollensatz A und der Zugrollensatz B grundsätzlich zwei oder mehr Brems- bzw. Zugrollen aufweisen. Die Verspannung kann in bekannter Weise erfolgen.

50

Beispiel:

Es sei angenommen, daß der für die gewünschte Zugreckung erforderliche Streckzug 16 t beträgt. Ferner sei bei einem Streckzug von 16 t die Streckgrenze bzw. Fließgrenze des Bandmaterials erreicht, also
 55 $16 \text{ t} \approx 100 \% \sigma_s$

Es sei $\sigma_s = 20 \text{ kp/mm}^2$ und der Elastizitätsmodul $E = 6900 \text{ kp/mm}^2$ für beispielsweise Al als Bandmaterial. Die Streckzugverteilung bei einer herkömmlichen Zugrekanlage, also ohne Zwischenschaltung eines

Zugrechkrollenpaars C sei die folgende:

Rolle	Sz	ΔS_z
1	- 2 t	1 t
2	- 4 t	2 t
3	- 8 t	4 t
4	- 16 t	8 t
5	+ 16 t	8 t
6	+ 8 t	4 t
7	+ 4 t	2 t
8	+ 2 t	1 t

In diesem Fall ergeben sich die folgenden Längs- und Querdehnungen:
 Rolle 4/5 $\Delta S_z = 8 \text{ t} \approx 50 \% \sigma_s = 10 \text{ kp/mm}^2$

Längsdehnung $\epsilon_1 = \frac{10}{6900} = 0,00145$

Querdehnung $\epsilon_q = 0,000435$
 bei $\mu = 0,3$
 Längenänderung/1000 mm $\Delta L = 1,45$
 Breitenänderung/1000 mm $\Delta B = 0,435 \text{ mm}$

Nach der Erfindung mit zwischengeschaltetem Zugrechkrollenpaar C:

Rolle	Sz	ΔS_z
1	2 t	1 t
2	4 t	2 t
3	8 t	4 t
4	15,2 t	7,2 t
5	16,0 t	0,8 t
6	16,0 t	0,8 t
7	15,2 t	7,2 t
8	8 t	4 t
9	4 t	2 t
10	2 t	1 t

Rollen 5/6 $\Delta S_z = 0,8 \text{ t} = 5 \% \sigma_s = 1 \text{ kp/mm}^2$

Längsdehnung $\epsilon_1 = \frac{1}{6900} = 0,000145$

Querdehnung $\epsilon_q = 0,0000435$
 bei $\mu = 0,3$
 Längenänderung/1000 mm $\Delta L = 0,145 \text{ mm}$
 Breitenänderung/1000 mm $\Delta B = 0,0435 \text{ mm}$

Dieses Beispiel macht unmittelbar deutlich, daß die Querdehnung pro 1000 mm Bandbreite bei der herkömmlichen Zugrechanlage um den Faktor 10 größer als bei der erfindungsgemäßen Ausführungsform ist. Tatsächlich wird bei der erfindungsgemäßen Ausführungsform die Querdehnung um den Faktor $\frac{1}{10}$ reduziert, weil das Band in dem zwischen dem Bremsrollensatz A und dem Zugrollensatz B zwischengeschalteten Zugrechkrollenpaar C lediglich dem zu seiner Reckung im plastischen Bereich erforderlichen Streckzug unterworfen wird, nämlich etwa 5 % - 25 % des maximalen Streckzuges für die plastische

Reckung, während mit dem Bremsrollensatz und Zugrollensatz 75 % - 95 % des maximalen Streckzuges jedoch lediglich für die elastische Reckung des Bandes erzeugt werden.

In Figur 5 ist eine Zugrekanlage dargestellt, welcher selbständige erfinderische Bedeutung zukommt. Bei dieser Zugrekanlage arbeiten auf die Bremsrollen 1, 2, 3, 4 zuggeregelte Bremsantriebe 12 und auf die Zugrollen 7, 8, 9, 10 zuggeregelte Zugantriebe 13 und auf die Zugreackrollen 5, 6 ein geschwindigkeitsgeregelter Reckantrieb 14, und zwar unter Zwischenschaltung eines Überlagerungsgetriebes 15. Auf eine der Zugrollen 7 arbeitet ein geschwindigkeitsgeregelter Hauptmotor 16 als Speedmaster für den Zugrollensatz B. Bei dieser Zugrekanlage sind also der Bremsrollensatz A und der Zugrollensatz B zuggeregelt, während das Zugreackrollenpaar C über ein Differentialgetriebe verbunden ist und der Reckantrieb 14 als Verspannungsmotor den jeweils gewünschten Reckgrad durch Geschwindigkeitsregelung erzeugt. Wenn der Reckantrieb 14 arbeitet, erfolgt also plastische Reckung. Entsprechend dem Rollendurchmesser und den Getriebeübersetzungen wird der Reckantrieb 14 mit dem prozentualen Anteil der Drehzahl des Hauptmotors 16 eingestellt, so daß der Reckantrieb 14 über den gesamten Geschwindigkeitsbereich eine gleichmäßige Zugreackung bewirkt. Das Überlagerungsgetriebe 15 besteht im wesentlichen aus einem Planetengetriebe und einer Kegelrad-Verbindungswelle, über welche sich die Zugreackrollen 5, 6 abstützen.

Ansprüche

1. Verfahren zum kontinuierlichen Zugreacken von dünnen Bändern, insbesondere von metallischen Bändern aus Stahl, Aluminium od. dgl. Metallen mit einer Banddicke zwischen 0,05 mm und 0,5 mm, wonach das jeweilige Band einen Bremsrollensatz und einen Zugrollensatz durchläuft und zwischen beiden Rollensätzen im Zuge seiner Reckung im plastischen Bereich einem Streckzug unterworfen wird, welcher der Streckgrenze des Bandmaterials entspricht oder diese Streckgrenze geringfügig übersteigt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Band in einem zwischen dem Bremsrollensatz und dem Zugrollensatz zwischengeschalteten Zugreackrollenpaar dem zu seiner Reckung im plastischen Bereich erforderlichen Streckzug unterworfen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Zugreackrollenpaar etwa 5 % - 25 % des Streckzuges für die plastische Reckung und mit dem Bremsrollensatz und Zugrollensatz 75 % - 95 % des Streckzuges für die elastische Reckung des Bandes erzeugt werden.

3. Zugrekanlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, mit einem Bremsrollensatz und einem Zugrollensatz, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Bremsrollensatz (A) und dem Zugrollensatz (B) ein Zugreackrollenpaar (C) angeordnet ist.

4. Zugrekanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugreackrollen (5, 6) metallische Rollenmäntel aufweisen, deren Oberfläche gehärtet oder hart beschichtet und feinstbearbeitet ist.

5. Zugrekanlage nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rollenmäntel der Zugreackrollen (5, 6) aus einer Metallegierung mit niedrigem Reibungskoeffizienten wie z. B. aus austenitischem Gußeisen mit Lamellen- oder Kugelgraphit, Bronze-Legierungen od. dgl. bestehen.

6. Zugrekanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugreackrollen (5, 6) mit einem Gleitmittel, z. B. einer Öl-Emulsion, beaufschlagbar sind.

7. Zugrekanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Zugreackrollen (5, 6) 1500 mal größer als die maximale Banddicke ist.

8. Zugrekanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 7 und unabhängig davon, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Bremsrollen (1, 2, 3, 4) zuggeregelte Bremsantriebe (12) und auf die Zugrollen (7, 8, 9, 10) zuggeregelte Zugantriebe (13) und auf die Zugreackrollen (5, 6) ein geschwindigkeitsgeregelter Reckantrieb (14) unter Zwischenschaltung eines Überlagerungsgetriebes (15) arbeiten.

9. Zugrekanlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf eine der Zugrollen (7) ein geschwindigkeitsgeregelter Hauptmotor (16) als Speedmaster für den Zugrollensatz (B) arbeitet.

50

55

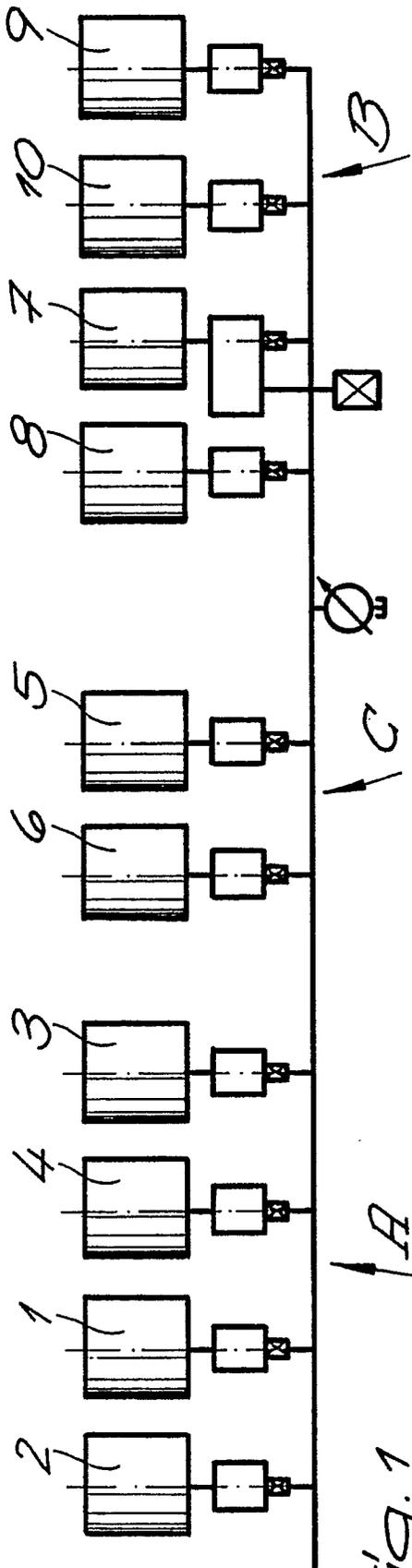


Fig. 1

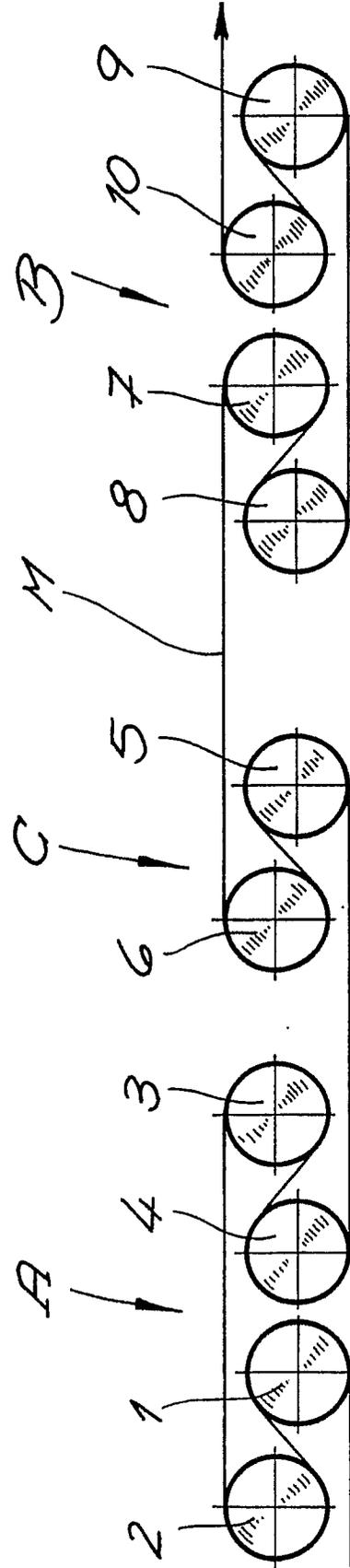


Fig. 2

Fig. 3

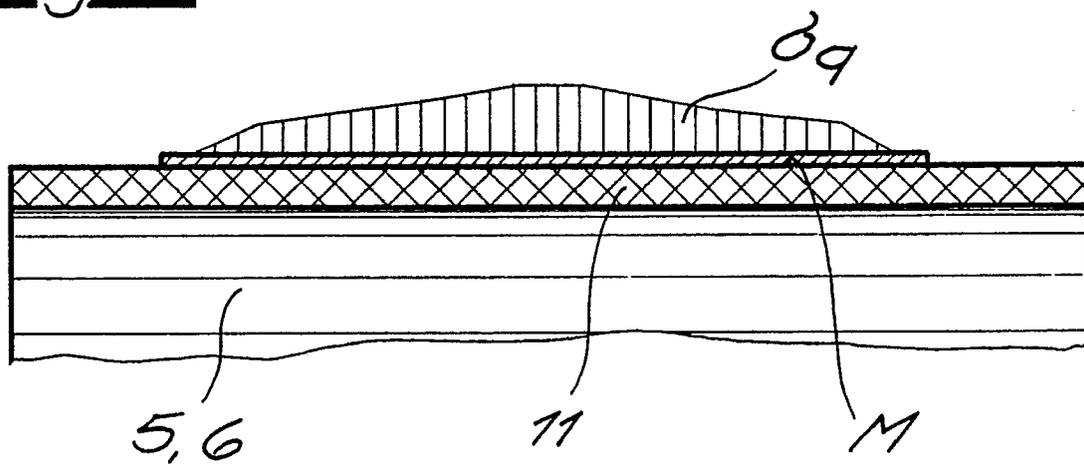
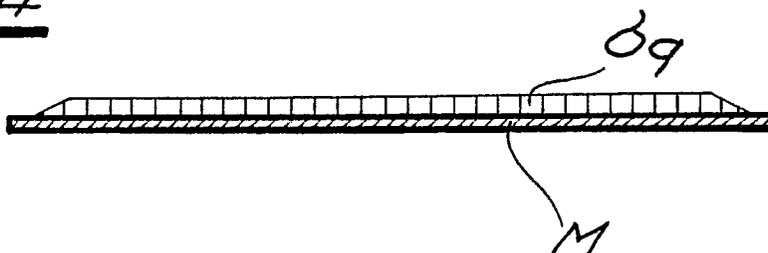


Fig. 4



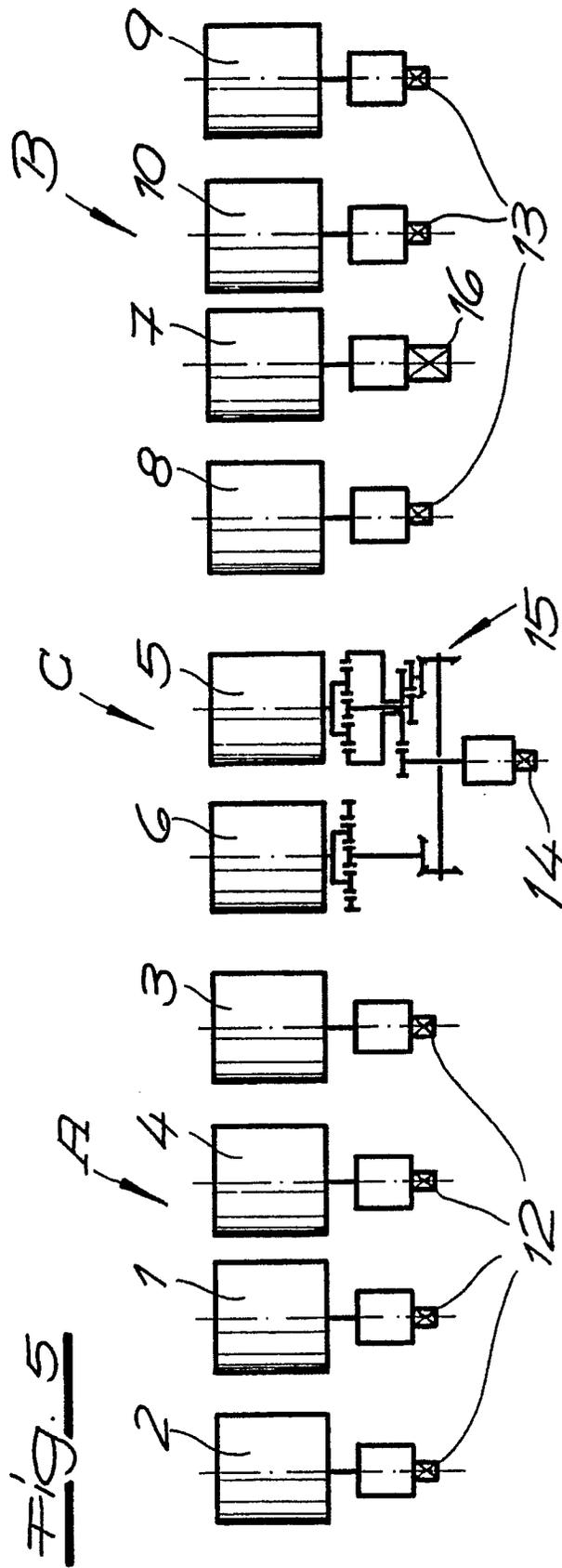


FIG. 5