

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 732 443 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.10.1998 Patentblatt 1998/43**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **D21G 1/00, D21G 1/02**

(21) Anmeldenummer: **96103275.2**

(22) Anmeldetag: **04.03.1996**

(54) **Kalender für die Behandlung einer Papierbahn**

Calendar for treating a paper web

Calandre pour le traitement d'une bande de papier

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FI FR GB**

(30) Priorität: **09.03.1995 DE 19508352**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**18.09.1996 Patentblatt 1996/38**

(73) Patentinhaber: **Voith Sulzer Finishing GmbH**  
**47803 Krefeld (DE)**

(72) Erfinder: **van Haag, Rolf, Dr.**  
**47647 Kerken (DE)**

(74) Vertreter: **Knoblauch, Ulrich, Dr.-Ing. et al**  
**Patentanwälte Dr. Knoblauch,**  
**Kühhornshofweg 10**  
**60320 Frankfurt (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**DE-U-29 504 034** **US-A- 5 237 915**

- TAPPI JOURNAL, Bd. 76, Nr. 6, Juni 1993, NORCROSS, GA., US, Seiten 115-119, XP000420366 THOMAS J. LAUTERBACH: "synthetic composite covers in supercalenders: update"
- TAPPI JOURNAL, Bd. 74, Nr. 10, Oktober 1991, NORCROSS, GA., US, Seiten 179-186, XP000234497 JOHN D. PEEL: "supercalendering and soft nip calendering compared"

**EP 0 732 443 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung**

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kalandrier für die Behandlung einer Papierbahn mit einem Walzenstapel, der harte und weiche Walzen sowie jeweils zwischen einer harten und einer weichen Walze gebildete Arbeitsspalte aufweist, wobei zuerst die eine und dann die andere Bahnseite an einer harten Walze anliegt.

Kalandrier dieser Art sind vielfach bekannt, beispielsweise aus dem Prospekt "Die neuen Superkalanderkonzepte" der Firma Sulzer Papertec aus 1994 (Kennziffer 05/94 d). Sie dienen der abschließenden Behandlung einer Papierbahn, damit diese einen gewünschten Wert der Rauigkeit bzw. Glätte, des Glanzes, der Dicke, des Bulk u.dgl. erhält, und sind getrennt von einer Papiermaschine aufgestellt. Die "weichen" oder elastischen Walzen tragen einen hauptsächlich aus einem Fasermaterial bestehenden Bezug. Die beheizbaren Walzen haben eine auf etwa 80°C begrenzte Oberflächentemperatur. Die mittlere Druckspannung in den Walzenspalten liegt im normalen Betrieb zwischen 15 und 30 N/mm<sup>2</sup>, im untersten Arbeitsspalt sind auch schon Werte von maximal etwa 40 N/mm<sup>2</sup> angewendet worden. Für einfach zu satinierte Papiere, wie z.B. Schreibpapier, genügt ein Stapel mit 9 oder 10 Walzen. Für höherwertige Papiere, wie tiefdruckfähige Papiere, technische Papiere oder Verdichtungspapiere werden 12 bis 16 Walzen benötigt. Eine solche Großmaschine ist teuer und hat einen erheblichen Raumbedarf.

Des Weiteren sind sogenannte Kompaktkalander bekannt, bei denen eine beheizbare Walze mit einer durchbiegungssteuerbaren weichen Walze einen Spalt bildet und zur beidseitigen Behandlung der Papierbahn auch zwei derartige Kalander hintereinander geschaltet werden können. Hiermit lassen sich aber nur einfach zu satinierte Papiere, nicht aber technische Papiere, z.B. Silicon-Rohpapiere sowie Papiere für den Tiefdruck, herstellen. Außerdem muß ein großer Teil der Verformungsenergie als Wärme zugeführt werden. Die beheizbaren Walzen haben daher eine Oberflächentemperatur von 160 bis 200° C. Es wird viel Wärmeenergie abgestrahlt, die durch Klimaanlage wieder abgeführt werden muß. Weil die Walzendurchmesser festigkeitsbedingt größer als beim Superkalander sind, müssen hohe Streckenlasten aufgebracht werden, um die für ein gewünschtes Satinageergebnis notwendigen Druckspannungen zu erzeugen. Des Weiteren sind Austauschwalzen für die elastischen Walzen teuer, weil sie gleichzeitig durchbiegungssteuerbar sein sollen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kalandrier der eingangs beschriebenen Art anzugeben, der kleiner sowie billiger in der Herstellung und im Betrieb ist, trotzdem aber vorzügliche Satinageergebnisse ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,

a1) daß der Stapel (5, 6) 6 bis 8 Walzen (2 bis 9) mit einem durch zwei weiche Walzen gebildeten Wechselspalt (61) aufweist

a2) oder daß zwei gleichartige Stapel mit je 4 oder 5 Walzen (33 bis 42) vorgesehen sind,

b) und daß die weichen Walzen einen Bezug (22) aus einem Kunststoff mit so großem Rückstellvermögen aufweisen, daß die Tiefe der bleibenden Verformung nach Durchlauf einer bis zu 1 mm dicken Störstelle durch den Arbeitsspalt höchstens 5% der Störstellendicke beträgt.

Die üblichen aus Fasermaterial bestehenden Bezüge der weichen Walzen sind in starkem Maße markierungsempfindlich. Jede Störstelle, die einen Arbeitsspalt durchläuft, beispielsweise eine Falte in der Papierbahn, hinterläßt eine vergleichsweise tiefe bleibende Verformung, die bei jeder Walzenumdrehung zu einer unvollkommenen Papierbehandlung führt. Diese Markierungen, die in gewissen Zeitabständen durch Abdrehen oder Abschleifen beseitigt werden, stellen jedoch keinen schwerwiegenden Nachteil dar, da genügend Arbeitsspalte zur Verfügung stehen, um eine ausreichende Papierbehandlung sicherzustellen. Andererseits hat es sich herausgestellt, daß ein Teil der Arbeitsspalte in den bisher bekannten Superkalandern nichts oder wenig zur Erzeugung der angestrebten Papiereigenschaften beiträgt. Mit Bezug auf diese Papiereigenschaft kann ein 12-Walzen-Kalander durch einen 8-Walzen-Kalander oder einen 2x5-Walzen-Kalander ersetzt werden. Um diese Verkleinerung der Walzenanzahl auch tatsächlich nutzen zu können, wird vorgeschlagen, als Bezug für die weichen Walzen einen äußerst markierungsunempfindlichen Kunststoff zu verwenden. Man erhält daher ein Papier mit den gewünschten Eigenschaften, das keine merklichen Markierungsfehler aufweist. Für den Fall, daß Arbeitsspalte entfallen sind, die etwas zu der gewünschten Papiereigenschaft beigetragen haben, kann dies durch eine geringfügige zusätzliche Energiezufuhr kompensiert werden. Hierbei ergibt sich wegen der geringeren Anzahl von Walzen im Durchschnitt der Arbeitsspalte eine höhere Streckenlast. Auch kann man eine moderate Wärmezufuhr durch beheizbare Walzen anwenden. Da der Walzenstapel eine geringere Höhe als bekannte Superkalander hat, genügen niedrigere Gebäude, was die Aufstellungskosten erheblich senkt.

Besonders günstig ist es, daß die Tiefe der bleibenden Verformung bei einer Störstellendicke von 1 mm kleiner als 0,04 mm ist und mit abnehmender Störstellendicke überproportional abnimmt. Ein solches Material hat so verschwindend kleine bleibende Verformungen, daß sie für die Qualität des zu behandelnden Papiers keine merkbare Rolle spielen.

Des weiteren empfiehlt es sich, daß der Bezug auf eine Druckspannungs-Belastbarkeit über 42 N/mm<sup>2</sup> ausgelegt ist. Hiermit wird der Tatsache Rechnung getragen, daß es sich in manchen Fällen als zweckmäßig erweist, mit einer etwas höheren Druckspannung zu arbeiten.

Vorzugsweise besteht der Bezug im wesentlichen aus faserverstärktem Epoxidharz. Ein solcher Kunststoff mit den vorstehend geforderten Eigenschaften ist auf dem Markt erhältlich, beispielsweise unter der Bezeichnung "TopTec 4" bei der Firma Scapa Kern, Wimpasing/Österreich.

Ferner empfiehlt es sich, daß Ober- und/oder Unterwalze durchbiegungssteuerbar sind. Hierdurch wird die Druckspannung über die Breite des Walzenstapels vergleichmäßigt.

Günstig ist es auch, daß zumindest eine einen Arbeitsspalt begrenzende Walze auf eine Oberflächentemperatur über 100°C beheizbar ist. In manchen Fällen ist eine moderate Temperaturerhöhung auf wenig über 100°C von Nutzen, um mit einem 8-Walzen-Kalender oder einem 2x5-Walzen-Kalender die gleichen Ergebnisse wie mit einem üblichen 12-Walzen-Kalender zu erzielen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand in der Zeichnung dargestellter, bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kalenders,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer abgewandelten Ausführungsform und

Fig. 3 ein Diagramm der Rauhgigkeit über der Zahl der Arbeitsspalte bei einem 12-Walzen-Kalender.

Der in Fig. 1 veranschaulichte Kalender 1 weist einen Walzenstapel auf, der aus acht Walzen besteht, nämlich einer beheizbaren, durchbiegungssteuerbaren harten Oberwalze 2, einer weichen Walze 3, einer beheizbaren harten Walze 4, einer weichen Walze 5, einer weichen Walze 6, einer beheizbaren harten Walze 7, einer weichen Walze 8 und einer beheizbaren, durchbiegungssteuerbaren harten Unterwalze 9. Auf diese Weise ergeben sich sechs Arbeitsspalte 10 bis 15, die je durch eine harte Walze und eine weiche Walze begrenzt sind, und ein Wechselspalt 16, der durch zwei weiche Walzen 5 und 6 begrenzt ist.

Eine Papierbahn 17 wird aus einer Papiermaschine 18 zugeführt, durchläuft unter der Führung von Leitrollen 19 die Arbeitsspalte 10 bis 12, den Wechselspalt 16 und die Arbeitsspalte 13 bis 15, worauf sie in einer Wickelvorrichtung 20 aufgewickelt wird. In den drei oberen Arbeitsspalten 10 bis 12 liegt die Papierbahn mit der einen Seite, in den drei unteren Arbeitsspalten 13 bis 15 mit der anderen Seite an den harten Walzen an, so daß beidseitig die gewünschte Oberflächenstruktur, beispielsweise Glanz oder Glätte, erreicht wird.

Wegen der direkten Verbindung des Kalenders 1 mit der Papiermaschine 18 ergibt sich ein in-line-Betrieb. Aus diesem Grund besitzt jede der Walzen 2 bis 9 einen eigenen Antrieb 21. Dies ermöglicht ein Einziehen der Papierbahn 17 während des Betriebes. Jede der weichen Walzen 3, 5, 6 und 8 besitzt einen Bezug 22 aus einem markierungsunempfindlichen Kunststoff, insbesondere faserverstärktem Epoxidharz, der auch mit höherer Druckspannung von beispielsweise 45 N/mm<sup>2</sup> und mehr beaufschlagt werden kann. Er ist auch gegenüber höheren Temperaturen beständiger als ein Fasermaterial.

Ein Steuergerät 23 hat mehrere Funktionen:

a) Über eine Leitung 24 wird die Kraft P festgelegt, mit der die Oberwalze 2 nach unten gedrückt wird, wobei die Unterwalze 9 zweckmäßigerweise ortsfest gehalten ist. Die Belastung kann auch in umgekehrter Richtung erfolgen, wobei die Kraft P auf die Unterwalze 9 wirkt und die Oberwalze 2 ortsfest gelagert ist. Durch die Belastung ist auch die Druckspannung bestimmt, die in den einzelnen Arbeitsspalten 10 bis 15 herrscht. Diese Druckspannung nimmt von oben nach unten zu, weil sich zu der Belastungskraft P jeweils noch das wirksame Gewicht der einzelnen Walzen addiert. Allerdings ist der Kraftzuwachs geringer als bei einem gleichwertigen bekannten Superkalender mit 12 Walzen.

b) Über die Leitungen 25 und 26 werden die Vorrichtungen 27 bzw. 28 zum Durchbiegungsausgleich der Oberwalze 2 und der Unterwalze 9 mit Druckmittel beaufschlagt. Diese Vorrichtungen sorgen dafür, daß über die Länge der Walzen eine gleichmäßige Druckspannung herrscht, wie dies an sich bekannt ist. Hierfür können alle üblichen Vorrichtungen verwendet werden, insbesondere solche, bei denen Stützelemente nebeneinander in einer Reihe angeordnet sind und einzeln oder zonenweise mit unterschiedlichem Druck beaufschlagt werden können.

c) Die Walzen 2, 4, 7 und 9 sind beheizbar, wie dies durch Pfeile H angedeutet ist. Die Heizenergie wird über strichpunktierte Pfade 27 bis 30 zugeführt. Dies kann durch elektrische Beheizung, durch Strahlungsheizung, mit Hilfe eines Wärmeträgers u.dgl. erfolgen. Eine Schutzhaube 31 dient der Wärmeisolation und sorgt dafür, daß die in Folge der Beheizung abgestrahlte Wärme nur in geringem Maß in die Umgebung abgeführt wird.

Mit Hilfe der Kraft P wird dafür gesorgt, daß die mittlere Druckspannung p in den Arbeitsspalten 10 bis 12 und 13 bis 15, zumindest aber im untersten Spalt, zwischen 45 und 60 N/mm<sup>2</sup> liegt. Mit Hilfe der Beheizung H wird dafür gesorgt, daß die Oberflächentemperatur der beheizbaren Walzen 2, 4, 7 und 9 zwischen 100 und 150°C liegt. Die Durchmesser der Walzen und die Elastizität des Belages 22 sind so gewählt, daß sich eine Spaltbreite von etwa 2 bis 15 mm, vorzugsweise etwa 8 mm, ergibt. Dies führt in Abhängigkeit von der Bahngeschwindigkeit zu Verweilzeiten t in jedem Arbeitsspalt von 0,1 bis 0,9 ms. Bevorzugt wird es, wenn die Temperatur T nur wenig über der unteren Grenze liegt, also beispielsweise bei 110°C, und wenn die Druckspannung nur wenig über der unteren Grenze liegt, beispielsweise bei 50 N/mm<sup>2</sup>.

In Fig. 2 ist ein 2x5-Walzen-Kalender 32 veranschaulicht, der in einem ersten Stapel eine harte Oberwalze 33, eine weiche Walze 34, eine harte Walze 35, eine weiche Walze 36 und eine harte Unterwalze 37 sowie in einem zweiten Stapel eine harte Oberwalze 38, eine weiche Walze 39, eine harte Walze 40, eine weiche Walze 41 und eine harte Unterwalze 42 aufweist. Jeder Stapel besitzt daher drei Arbeitsspalte, die von der Papierbahn 43 derart durchlaufen werden, daß im ersten Stapel die eine Bahnoberfläche und im zweiten Stapel die andere Bahnoberfläche mit den harten Walzen in Berührung kommt. Die Beheizung der Walzen, die Durchbiegungssteuerung der Ober- und Unterwalze sowie die Belastung der beiden Walzenstapel kann in ähnlicher Weise wie im Kalender der Fig. 1 erfolgen.

Zum besseren Verständnis der Erfindung ist in Fig. 3 die Rauigkeit R in Abhängigkeit von der Anzahl n der durchlaufenen Spalte bei einem 12-Walzen-Kalender veranschaulicht. Die Kurve WS gilt für die "wireside" und die Kurve "TS" gilt für die "topside" der Papierbahn. Man erkennt, daß bei der "wireside" die ersten vier Spalte und die letzten drei Spalte und für die "topside" praktisch nur die ersten vier Spalte von Bedeutung sind. Erfindungsgemäß wird daher mit einer geringeren Walzenanzahl gearbeitet, gegebenenfalls mit etwas erhöhten Werten der Druckspannung und/oder der Temperatur. Allerdings ist nun zu berücksichtigen, daß kaum noch Spalte zur Verfügung stehen, um durch Markierungen geschädigtes Papier ausreichend zu behandeln. Daher werden weiche Walzen mit einem in hohem Maße markierungsunempfindlichen Kunststoffbezug verwendet.

Nachstehend werden die Ergebnisse von Versuchen aufgeführt, bei denen Metallplättchen unterschiedlicher Dicke durch einen zwischen eine weiche und eine harte Walze gebildeten Arbeitsspalt geschickt wurden. Zum Vergleich standen ein markierungsunempfindlicher Bezug aus faserverstärktem Epoxidharz, wie es von der Firma Scapa Kern unter der Bezeichnung "TopTec 4" vertrieben wird, und ein bei Superkalender üblicher Bezug aus Fasermaterial, bei dem die verpreßten Ronden die Bezeichnung "Fiberun Blue Denim" tragen.

| Metallplättchendicke | Tiefe der bleibenden Verformung |            |
|----------------------|---------------------------------|------------|
|                      | TopTec 4                        | Fiberun BD |
| 0,1 mm               | nicht sichtbar                  | 0,02 mm    |
| 0,5 mm               | 0,01 mm                         | 0,21 mm    |
| 1,0 mm               | 0,03 mm                         | 0,45 mm    |

Vielfach lassen sich die Ergebnisse der Papierbehandlung noch dadurch verbessern, daß die Walzen, insbesondere die Mittelwalzen, in nicht veranschaulichter Weise in Hebeln gelagert sind, wobei mit Vorteil die überhängenden Gewichte durch Stützvorrichtungen kompensiert sind, wie dies aus EP 0 285 942 B1 bekannt ist.

## Patentansprüche

1. Kalender für die Behandlung einer Papierbahn mit einem Walzenstapel, der harte und weiche Walzen sowie jeweils zwischen einer harten und einer weichen Walze gebildete Arbeitsspalte aufweist, wobei zuerst die eine und dann die andere Bahnseite an einer harten Walze anliegt, dadurch gekennzeichnet,

a1) daß der Stapel (5, 6) 6 bis 8 Walzen (2 bis 9) mit einem durch zwei weiche Walzen gebildeten Wechselspalt (61) aufweist

a2)- oder daß zwei gleichartige Stapel mit je 4 oder 5 Walzen (33 bis 42) vorgesehen sind,

b) und daß die weichen Walzen einen Bezug (22) aus einem Kunststoff mit so großem Rückstellvermögen aufweisen, daß die Tiefe der bleibenden Verformung nach Durchlauf einer bis zu 1 mm dicken Störstelle durch den Arbeitsspalt höchstens 5% der Störstellendicke beträgt.

2. Kalender nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe der bleibenden Verformung bei einer Störstel-

lendicke von 1 mm kleiner als 0,04 mm ist und mit abnehmender Störstellendicke überproportional abnimmt.

3. Kalandernach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Bezug (22) auf eine Druckspannungs-Belastbarkeit über 42 N/mm<sup>2</sup> ausgelegt ist.

4. Kalandernach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Bezug (22) im wesentlichen aus faserverstärktem Epoxidharz besteht.

5. Kalandernach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Ober- und/oder Unterwalze (2, 9) durchbiegungssteuerbar sind.

6. Kalandernach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine einen Arbeitsspalt (10 bis 15) begrenzende Walze auf eine Oberflächentemperatur über 100°C beheizbar ist.

## Claims

1. Calender for the treatment of a paper web with a roll stack which comprises hard and soft rolls as well as working gaps formed in each case between a hard roll and a soft roll, wherein first one and then the other side of the web is in contact with a hard roll, characterised in that

a1) the stack (5, 6) comprises 6 to 8 rolls (2 to 9) with a change-over gap (61) formed by two soft rolls

a2) or two identical stacks each with 4 or 5 rolls (33 to 42) are provided,

b) and the soft rolls comprise a covering (22) made of a plastic with such a high recovery capacity that the depth of permanent set after passing through a fault up to 1 mm thick through the working gap is at most 5% of the fault thickness.

2. Calender according to claim 1, characterised in that the depth of permanent set with a fault thickness of 1 mm is less than 0.04 mm and decreases superproportionally with decreasing fault thickness.

3. Calender according to claim 1 or 2, characterised in that the covering (22) is designed for a compressive stress bearing capacity of over 42 N/mm<sup>2</sup>.

4. Calender according to any of claims 1 to 3, characterised in that the covering (22) essentially consists of fibre-reinforced epoxy resin.

5. Calender according to any of claims 1 to 4, characterised in that the upper and/or lower rolls (2, 9) can be controlled for deflection.

6. Calender according to any of claims 1 to 5, characterised in that at least one roll defining a working gap (10 to 15) can be heated to a surface temperature of over 100°C

## Revendications

1. Calandre pour le traitement d'une bande de papier, avec un empilement de cylindres qui comporte des cylindres durs et des cylindres mous ainsi que des fentes de travail formées à chaque fois entre un cylindre dur et un cylindre mou, une face de la bande se trouvant d'abord contre un cylindre dur puis l'autre face de la bande, caractérisée en ce que

a1) l'empilement comporte 6 à 8 cylindres (2 à 9) avec une fente de retournement (61) formée entre deux cylindres mous (5, 6)

a2) ou il est prévu deux empilements identiques avec chacun 4 ou 5 cylindres (33 à 42),

b) et les cylindres mous portent un revêtement (22) en une matière plastique ayant une telle reprise élastique que la profondeur de la déformation restante après le passage d'un défaut ayant jusqu'à 1 mm d'épaisseur à travers la fente de travail vaut au maximum 5 % de l'épaisseur du défaut.

2. Calandre selon la revendication 1, caractérisée en ce que la profondeur de la déformation restante pour une

## EP 0 732 443 B1

épaisseur de défaut de 1 mm est inférieure à 0,04 mm et diminue de manière surproportionnelle lorsque l'épaisseur de défaut diminue.

- 5      **3.** Calandre selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le revêtement (22) est conçu pour une capacité de charge par contrainte de pression supérieure à 42 N/mm<sup>2</sup>.
- 4.** Calandre selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le revêtement (22) est globalement en résine époxy renforcée par des fibres.
- 10      **5.** Calandre selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le cylindre supérieur (2) et/ou le cylindre inférieur (9) peuvent être contrôlés en flexion.
- 6.** Calandre selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce qu'au moins un cylindre limitant une fente de travail (10 à 15) peut être chauffé à une température superficielle supérieure à 100 °C.
- 15

20

25

30

35

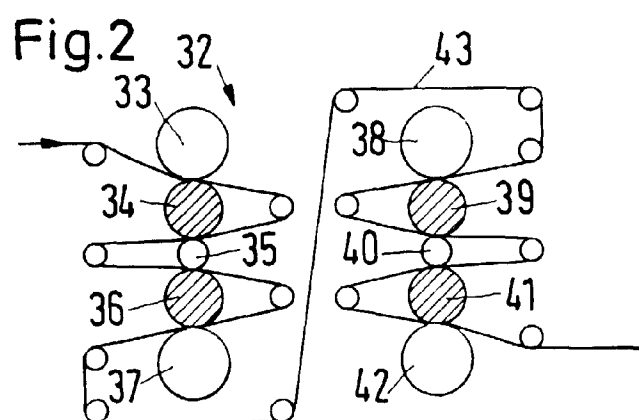
40

45

50

55





**Fig.3**

