

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 208 965 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
18.01.2006 Patentblatt 2006/03

(51) Int Cl.:
B31F 1/07 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01127608.6**

(22) Anmeldetag: **20.11.2001**

(54) **Papierprägekalander**

Embossing rollers for paper

Rouleaux de gaufrage pour papier

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FI SE

(30) Priorität: **28.11.2000 DE 10058993**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.05.2002 Patentblatt 2002/22

(73) Patentinhaber: **Voith Paper Patent GmbH**
89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder:
• **Rothfuss, Ulrich**
47929 Greifath (DE)
• **Leigraf, Reinhard**
88273 Fronreute (DE)
• **Ganasinski, Michael**
47799 Krefeld (DE)

• **Zimmermann, Lothar**
47807 Krefeld (DE)

(74) Vertreter: **Knoblauch, Andreas**
Schlosserstrasse 23
60322 Frankfurt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 279 773 **EP-A- 0 498 623**
US-A- 4 556 527

• **DATABASE WPI Section Ch, Week 199907**
Derwent Publications Ltd., London, GB; Class
A17, AN 1999-075352 XP002267556 & JP 10
315325 A (MITSUBISHI KASEI VINYL KK) 2.
Dezember 1998 (1998-12-02)

EP 1 208 965 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

[0001] Die Erfindung betrifft einen Papierprägekalanders mit einer harten Walze, die eine unnachgiebige Oberfläche aufweist, und einer weichen Walze mit einer nachgiebigen Oberflächenschicht, die zusammen einen Nip bilden, wobei die weiche Walze Vertiefungen in der Oberfläche aufweist, die einem Prägemuster entsprechen.

[0002] Ein derartiger Prägekalanders ist aus EP 0 498 623 A2 bekannt. Die harte Walze weist hierbei Vorsprünge auf, die eine den Nip zwischen der harten und der weichen Walze durchlaufende Bahn in Ausnehmungen pressen, die in der weichen Walze ausgebildet sind. Die Ausnehmungen in der weichen Walze werden mit Hilfe eines Lasers herausgebrannt.

[0003] JP 10 315 325 A beschreibt eine Prägevorrichtung für einen Film mit einer Metall-Prägewalze und einer damit zusammenwirkenden Gummiwalze. Die Metallwalze weist eine Oberflächenrauigkeit von 0,4 bis 5 μm und die Gummiwalze weist eine Oberflächenrauigkeit von 0,2 bis 2,5 μm auf.

[0004] Ein weiterer Kalanders ist bekannt aus J. Schlunke "Das Prägen", Sonderdruck aus "Das Österreichische Papier", 4/1976.

[0005] Prägen ist ein Veredlungsverfahren, bei dem eine Papierbahn mit einem Muster versehen wird, das optisch und/oder durch Fühlen wahrgenommen werden kann. Dieses Prägen erfolgt bislang dadurch, daß in der Oberfläche der harten Walze ein Muster vorgesehen wird, das entweder unmittelbar in die Papierbahn eingedrückt wird oder dadurch, daß die harte Walze zunächst auf die weiche Walze arbeitet und dort das Abbild des Musters erzeugt, so daß beim nachfolgenden Durchlaufen der Papierbahn das Muster sozusagen beidseitig in die Papierbahn eingepreßt wird.

[0006] Das Bearbeiten der harten Walze ist relativ aufwendig. Wenn hinzukommt, daß die harte Walze die weiche Walze unmittelbar beaufschlagt, entstehen an der weichen Walze relativ schnell merkbare Verschleißerscheinungen, die die Lebensdauer der weichen Walze herabsetzen.

[0007] DE 87 12 013 U1 zeigt einen Satinierkalanders mit einer harten Walze und einer weichen Walze, deren Walzenbezug aus Elastomeren besteht. Der Walzenbezug weist eine raue Oberfläche auf, die rauhgeschliffen, sandgestrahlt oder auf andere Weise strukturiert sein kann. Damit möchte man Papiere erzeugen, die auf der Seite, mit der sie an der harten Walze anliegen, glatt sind, auf der anderen Seite aber rau. Derartige Papiere werden beispielsweise für Etiketten verwendet, deren Rückseite besonders aufnahmebereit für Leim sein muß.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein weiteres Prägeverfahren zur Verfügung zu stellen.

[0009] Diese Aufgabe wird bei einem Papierprägekalanders der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die weiche Walze eine glatte Oberfläche mit einer Rauigkeit $R_a \leq 1 \mu\text{m}$ aufweist und die harte Walze eine glatte Oberfläche, deren Rauigkeit in einer entspre-

chenden Größenordnung liegt, aufweist.

[0010] Als harte Walze wird eine Walze mit einer unnachgiebigen Oberfläche angesehen. Derartige Walzen bestehen üblicherweise aus Metall. Zumindest ist ihre Oberfläche aus einer entsprechend harten Metallschicht gebildet. Die weiche Walze ist eine Walze mit einer nachgiebigen, d.h. elastischen Oberflächenschicht, die üblicherweise durch einen Belag gebildet ist, der auf einem Träger angeordnet ist. Die früher üblichen Papierwalzen sind heute fast durchgehend durch Walzen mit Kunststoffbelägen verdrängt worden. Derartige Kunststoffbeläge haben den Vorteil, daß sie relativ glatt ausgebildet sein können. Bei dem Papierprägekalanders wirken also zunächst zwei Walzen zusammen, die glatte Oberflächen aufweisen. Allerdings ist in die glatte Oberfläche der weichen Walze ein Prägemuster eingearbeitet. Wenn nun die Papierbahn durch den Nip zwischen der harten und der weichen Walze geführt wird, dann erfährt sie in den vertieften Bereichen der weichen Walze eine andere Behandlung als in den verbleibenden Bereichen. In letzteren wird die Papierbahn beispielsweise beidseitig geglättet, während sie in den vertieften Bereichen unbehandelt bleibt. Auf diese Weise läßt sich ein Muster in die Papierbahn einprägen. Die Lebensdauer der weichen Walze bleibt relativ hoch, weil der Belag der weichen Walze nicht wesentlich stärker umgeformt wird, als dies bei "normalen" Kalandern der Fall ist, in denen einen weiche Walze und eine harte Walze zusammenwirken. Das Prägemuster bleibt relativ lange erhalten. Das Herstellen der Prägemuster ist in der weichen Walze einfacher als in der harten Walze, weil das Material an der Oberfläche der weichen Walze einer Bearbeitung einen geringeren Widerstand entgegensetzt.

[0011] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Vertiefungen größer als 0,1 mm sind. Mit einer derartigen Größe wird ein ausreichender Abstand zwischen dem Boden der Vertiefungen und den verbleibenden Bereichen geschaffen, so daß Muster geprägt werden können.

[0012] Vorzugsweise sind die Vertiefungen größer als 1 mm. Damit ist es möglich, die weiche Walze mehrmals abzuschleifen. Erfahrungen haben gezeigt, daß bei einem Nachschleifvorgang etwa 0,25 mm Material entfernt wird. Dies erlaubt es, das Prägen über einen längeren Zeitraum durchzuführen. Wenn hingegen bei jedem Nachschleifvorgang ein neues Muster erzeugt werden soll, wählt man die Vertiefungen mit einer Tiefe von weniger als 0,2 mm.

[0013] Vorzugsweise weisen die Vertiefungen jeweils Bodenflächen auf, deren Rauigkeit größer als die der Oberfläche ist. Diese Ausgestaltung hat mehrere Vorteile. Zum einen ist es nicht erforderlich, die Bodenflächen zu glätten. Nach dem Einbringen der Vertiefungen können sie vielmehr in der Rauigkeit belassen werden, die durch den Bearbeitungsvorgang hervorgerufen worden ist. Vor allem kann man aber auch in Kauf nehmen, daß die Tiefe der Vertiefungen nach mehreren Nachschleifvorgängen stark abgenommen hat. Selbst wenn die Pa-

pierbahn dann die Bodenfläche der Vertiefungen kontaktiert, ist das Muster noch zu erkennen.

[0014] Vorzugsweise weisen zwischen den Vertiefungen verbleibende Oberflächenbereiche eine Rauigkeit von $\leq 1 \mu\text{m}$ auf. Die Oberfläche der weichen Walze ist also relativ glatt, was sich mit modernem Kunststoff erreichen läßt. Vorzugsweise liegt die Rauigkeit R_a zwischen $0,3$ und $1 \mu\text{m}$. Die Rauigkeit sollte auf jeden Fall so klein sein, daß sich in den Oberflächenbereichen zwischen den Vertiefungen keine Mattsatinage ergibt, bei der die Papieroberfläche aufgeraut wird.

[0015] Vorzugsweise entspricht die Glätte der Oberflächenbereiche einer frisch überschliffenen weichen Walze der Glätte der Oberfläche der harten Walze nach einer vorbestimmten Betriebszeit. Auch die Oberfläche der harten Walze ist also glatt, so daß man beim Prägen der einen Seite der Papierbahn eine relativ hohe Glätte vermittelt, während die andere Seite der Papierbahn nur in den Oberflächenbereichen zwischen den Vertiefungen geglättet wird. Eine frisch überschliffene weiche Walze weist vielfach einen Rauigkeitswert R_a im Bereich von $0,3$ bis $0,5 \mu\text{m}$ auf, der sich im Lauf des Betriebs auf etwa $1 \mu\text{m}$ verändert. Eine harte Walze, beispielsweise aus Hartguß, hat nach dem Schleifen eine Oberflächenrauigkeit von etwa $0,08 \mu\text{m}$, die sich nach einer gewissen Betriebszeit auf $0,5 \mu\text{m}$ verschlechtert. Wenn dieser Wert erreicht ist, ist in der Regel wieder eine Überarbeitung erforderlich.

[0016] Bevorzugterweise sind die Vertiefungen gefräst oder gedreht. Fräsen ist eine relativ einfache Bearbeitungsart, um die Vertiefungen herzustellen. Mit Drehen lassen sich vorzugsweise Muster erzeugen, die später in der Papierbahn in Längsrichtung verlaufen.

[0017] In einer alternativen Ausgestaltung können die Vertiefungen geätzt sein. Damit lassen sich wesentlich komplexere Muster erstellen, beispielsweise mit Hilfe von photolithographischen Verfahren. Allerdings ist die Handhabung der Walze beim Ätzen etwas aufwendiger.

[0018] Bevorzugterweise liegt die Streckenlast im Nip im Bereich von 100 bis 400 N/mm , vorzugsweise von 150 bis 250 N/mm . Diese Streckenlast ist geeignet, einen deutlich erkennbaren Unterschied in den Oberflächenbereichen zwischen den Vertiefungen und den Vertiefungen zu erzeugen, so daß das Prägemuster gut erkennbar ist.

[0019] Auch ist bevorzugt, daß die harte Walze auf eine Oberflächentemperatur im Bereich von 50 bis 150°C , vorzugsweise 100 bis 130°C , beheizt ist. Im Nip entstehen dann entsprechende Temperaturen, die zu einer entsprechenden Verformung der Papierbahn im Nip nützlich sind.

[0020] Vorteilhafterweise rotieren die Walzen mit einer Umfangsgeschwindigkeit im Bereich von 600 bis 100 m/min , vorzugsweise von 700 bis 950 m/min . Mit dem Prägekalender ist es also möglich, auch bei einer relativ schnell laufenden Papierbahn die gewünschten Muster einzuprägen, so daß man trotz des Verfahrensschrittes der Musterprägung eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit

und damit eine hohe Ausbeute erzielen kann.

[0021] Vorzugsweise ist der Kalender als Online-Kalender ausgebildet. Man kann also das Prägen der Papierbahn unmittelbar im Anschluß an eine Papier- oder Streichmaschine bewirken. Damit wird der Aufwand für das Prägen relativ klein gehalten.

[0022] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Papierprägekalenders und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Abwicklung einer Oberfläche der weichen Walze.

[0023] Fig. 1 zeigt schematisch einen Papierprägekalender 1 mit einer harten Walze 2, die eine glatte Oberfläche aufweist, und einer weichen Walze 3, die einen Kunststoffbelag 4 aufweist, dessen Oberfläche ebenfalls glatt ist. Die Rauigkeit R_a der Oberfläche der weichen Walze 3 liegt im Bereich von $0,3$ bis $1 \mu\text{m}$, d.h. die Walze 3 weist nach dem Schleifen eine Rauigkeit R_a im Bereich von $0,3$ bis $0,5 \mu\text{m}$ auf, die dann im Betrieb auf etwa $1 \mu\text{m}$ zunimmt. In entsprechender Größenordnung liegt die Rauigkeit der Oberfläche der harten Walze 2. Hier nimmt die Rauigkeit im Betrieb von etwa $0,08 \mu\text{m}$ auf etwa $0,5 \mu\text{m}$ ab, bevor eine Überarbeitung erforderlich wird. Gegebenenfalls kann die Oberfläche der harten Walze auch noch glatter sein.

[0024] Die beiden Walzen 2, 3 bilden zusammen einen Nip 5, durch den eine Papierbahn 6 geführt wird. Der Papierprägekalender 1 ist ausschließlich zum Prägen von Papierbahnen 6 gedacht.

[0025] Beim Prägen soll in die Oberseite der Papierbahn 6 ein Muster eingebracht werden. Die Oberseite ist im vorliegenden Fall die Seite, die an der weichen Walze 3 anliegt. Um dies zu bewirken, weist die Oberfläche der weichen Walze 3 Vertiefungen 7 auf, die in Fig. 2 zu erkennen sind. Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt einer Abwicklung der Oberfläche der weichen Walze 3, d.h. einen Blick auf die radiale Außenseite des Belages 4.

[0026] Der Belag 4 weist also an seiner Oberfläche Vertiefungen 7 auf, zwischen den Oberflächenbereichen oder Stege 8 verbleiben, deren Rauigkeit der Rauigkeit der ursprünglichen Oberfläche des Belages 4 entspricht. Die Rauigkeit in den Bodenflächen der Vertiefungen 7 kann und sollte größer sein als die Rauigkeit der verbleibenden Oberflächenbereiche 8.

[0027] Die Papierbahn 6 wird im Nip 5 mit Druck beaufschlagt. Hierbei wirken nicht näher dargestellte Anpreßelemente so auf die beiden Walzen 2, 3, daß im Nip 5 eine Streckenlast von 100 bis 400 N/mm herrscht. Bevorzugterweise liegt die Streckenlast im Bereich von 150 bis 250 N/mm . Dabei werden die Bereiche der Papierbahn 6, die zwischen den verbleibenden Oberflächenbereichen 8 und der harten Walze 2 liegen, stärker verdichtet als die Bereiche der Papierbahn 6, die sich den

Vertiefungen 7 gegenüber sehen. Gleichzeitig werden die an den Oberflächenbereichen 8 anliegenden Bereiche der Papierbahn 6 auch stärker geglättet. Dies führt dann dazu, daß auf der Oberfläche der Papierbahn 6 unterschiedliche Bereiche entstehen, die optisch und gegebenenfalls auch durch Fühlen klar voneinander unterschieden werden können. Beispielsweise glänzen die Bereiche der Papierbahn 6, die an den Oberflächenbereichen 8 angelegen haben, stärker als die, die die Vertiefungen 7 abgedeckt haben.

[0028] Unterstützt werden kann die Bearbeitung der Papierbahn 6 im Nip 5 noch dadurch, daß die harte Walze 2 beheizt ist. Als geeignet haben sich hier Oberflächentemperaturen im Bereich von 50 bis 150°C, vorzugsweise 100 bis 130°C, erwiesen.

[0029] Die Vertiefungen 7 haben eine Tiefe von mehr als 1 mm. Selbst wenn man also die verbleibenden Oberflächenbereiche 8 mehrfach nachschleift und bei jedem Nachschleifvorgang ein Materialabtrag in der Größenordnung von 0,25 mm erfolgt, steht eine genügend große Reserve zur Verfügung, so daß das Papierprägemuster über einen relativ langen Zeitraum erhalten werden kann.

[0030] Wenn man hingegen wünscht, daß nach jeder Überarbeitung der Walze ein neues Prägemuster vorgesehen werden soll, ist es zweckmäßig, die Tiefe der Vertiefungen 7 in einer Größenordnung von etwa 0,2 mm oder darunter vorzusehen. In diesem Fall wird durch das Nachschleifen wieder eine vollkommen glatte Oberfläche der Walze 3 zur Verfügung gestellt, in die ein neues Muster eingearbeitet werden kann.

[0031] Die Vertiefungen 7 können auf mehrere Arten hergestellt werden. Eine besonders einfache Art besteht darin, daß die Vertiefungen 7 gefräst werden. In diesem Fall wird ein Fräswerkzeug 7 in den elastischen Belag 4 der weichen Walze 3 eingesenkt und beaufschlagt die weiche Walze 3 so, daß lediglich die Stege oder verbleibenden Oberflächenbereiche 8 übrigbleiben.

[0032] Eine andere, ebenfalls relativ einfache Art, das Prägemuster zu erzeugen, besteht darin, die weiche Walze 3 in bestimmten Bereichen abzdrehen, um die Vertiefungen 7 zu erzeugen. Ein derartiges Bearbeiten ist insbesondere dann von Vorteil, wenn sich das Muster linienartig in Längsrichtung der geprägten Papierbahn erstreckt.

[0033] In einer alternativen Ausgestaltung kann man die Vertiefungen 7 auch herausätzen. In diesem Fall werden die verbleibenden Oberflächenbereiche 8 mit einer säurefesten Schicht abgedeckt und die Vertiefungen 7 dann durch das Aufbringen von Säure hergestellt. Hierbei lassen sich wesentlich feinere Strukturen erzeugen als beim Fräsen.

[0034] Dargestellt ist ein Prägemuster, bei dem die verbleibenden Oberflächenbereiche ein diagonales Netz bilden. Natürlich sind auch andere Muster denkbar, bis hin zu "Wasserzeichen"-Strukturen, d.h. bildlichen Darstellungen von ausgewählten Objekten.

[0035] Der Prägekalender 1 kann als Online-Kalender eingesetzt werden, d.h. die Papierbahn kann unmittelbar

im Anschluß an eine Papier- oder Streichmaschine geprägt werden. Hierzu rotieren die Walzen 2, 3 mit einer Umfangsgeschwindigkeit in der Größenordnung von 600 bis 1000 m/min. Trotz dieser relativ hohen Geschwindigkeit ist ein Prägen der Muster mit der gewünschten Qualität möglich.

Patentansprüche

1. Papierprägekalender mit einer harten Walze, die eine unnachgiebige Oberfläche aufweist, und einer weichen Walze mit einer nachgiebigen Oberflächenschicht, die zusammen einen Nip bilden, wobei die weiche Walze Vertiefungen in der Oberfläche aufweist, die einem Prägemuster entsprechen, **dadurch gekennzeichnet, daß** die weiche Walze (3) eine glatte Oberfläche mit einer Rauigkeit $R_a \leq 1 \mu\text{m}$ aufweist und die harte Walze (2) eine glatte Oberfläche, deren Rauigkeit in einer entsprechenden Größenordnung liegt, aufweist.
2. Kalender nach Anspruch 1, wobei die Vertiefungen größer als 0,1 mm sind.
3. Kalender nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Vertiefungen größer als 1 mm sind.
4. Kalender nach Anspruch 1 bis 3, wobei die Vertiefungen jeweils Bodenflächen aufweisen, deren Rauigkeit größer als die der Oberfläche ist.
5. Kalender nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei zwischen den Vertiefungen (7) verbleibende Oberflächenbereiche (8) eine Rauigkeit von $< 1 \mu\text{m}$ aufweisen.
6. Kalender nach Anspruch 5, wobei die Glätte der Oberflächenbereiche (8) einer frisch überschliffenen weichen Walze der Glätte der Oberfläche der harten Walze (2) entspricht.
7. Kalender nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Vertiefungen (7) gefräst oder gedreht sind.
8. Kalender nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Vertiefungen (7) geätzt sind.
9. Verwendung eines Kalenders nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Streckenlast im Nip (5) im Bereich von 100 bis 400 N/mm, vorzugsweise von 150 bis 250 N/mm, liegt.
10. Verwendung eines Kalenders nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die harte Walze (2) auf eine Oberflächentemperatur im Bereich von 50 bis 150°C, vorzugsweise von 100 bis 130°C, beheizt ist.

11. Verwendung eines Kalanders nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Walzen (2, 3) mit einer Umfangsgeschwindigkeit im Bereich von 600 bis 1000 m/min, vorzugsweise von 700 bis 950 m/min rotieren.
12. Verwendung eines Kalanders nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Kalender (1) online aufgestellt ist.

Claims

1. Paper embossing calender comprising a hard roll which has an unyielding surface, and a soft roll having a yielding surface layer, which together form a nip, the soft roll having depressions in the surface which correspond to an embossing pattern, **characterized in that** the soft roll (3) has a smooth surface with a roughness $R_a \leq 1 \mu\text{m}$, and the hard roll (2) has a smooth surface whose roughness is of a corresponding order of magnitude.
2. Calender according to Claim 1, the depressions being larger than 0.1 mm.
3. Calender according to Claim 1 or 2, the depressions being larger than 1 mm.
4. Calender according to Claims 1 to 3, the depressions in each case having bottom areas whose roughness is greater than that of the surface.
5. Calender according to one of Claims 1 to 4, surface regions (8) remaining between the depressions (7) having a roughness of $< 1 \mu\text{m}$.
6. Calender according to Claim 5, the smoothness of the surface regions (8) of a freshly ground soft roll corresponding to the smoothness of the surface of the hard roll (2).
7. Calender according to one of Claims 1 to 6, the depressions (7) being milled or turned.
8. Calender according to one of Claims 1 to 6, the depressions (7) being etched.
9. Use of a calender according to one of Claims 1 to 8, the line load in the nip (5) lying in the range from 100 to 400 N/mm, preferably from 150 to 250 N/mm.
10. Use of a calender according to one of Claims 1 to 8, the hard roll (2) being heated to a surface temperature in the range from 50 to 150°C, preferably from 100 to 130°C.
11. Use of a calender according to one of Claims 1 to 8,

the rolls (2, 3) rotating with a circumferential speed in the range from 600 to 1000 m/min, preferably from 700 to 950 m/min.

12. Use of a calender according to one of Claims 1 to 8, the calender (1) being erected online.

Revendications

1. Calandre de gaufrage pour papier, comprenant un rouleau dur qui présente une surface non flexible, et un rouleau mou avec une couche de surface flexible, lesquels forment ensemble une ligne de contact, le rouleau mou présentant des renforcements dans la surface, lesquels correspondent à un motif de gaufrage, **caractérisée en ce que** le rouleau mou (3) présente une surface lisse ayant une rugosité $R_a \leq 1 \mu\text{m}$ et le rouleau dur (2) présente une surface lisse dont la rugosité se trouve dans un ordre de grandeur correspondant.
2. Calandre selon la revendication 1, dans laquelle les renforcements sont supérieurs à 0,1 mm.
3. Calandre selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle les renforcements sont supérieurs à 1 mm.
4. Calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle les renforcements présentent à chaque fois des surfaces de fond dont la rugosité est supérieure à celle de la surface.
5. Calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle les régions de surface (8) subsistant entre les renforcements (7) présentent une rugosité $< 1 \mu\text{m}$.
6. Calandre selon la revendication 5, dans laquelle le lissé des régions de surface (8) d'un rouleau mou fraîchement meulé correspond au lissé de la surface du rouleau dur (2).
7. Calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle les renforcements (7) sont fraisés ou creusés au tour.
8. Calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle les renforcements (7) sont gravés.
9. Utilisation d'une calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle la charge linéaire dans la ligne de contact (5) est comprise dans la plage de 100 à 400 N/mm, de préférence de 150 à 250 N/mm.
10. Utilisation d'une calandre selon l'une quelconque

des revendications 1 à 8, dans laquelle le rouleau dur (2) est chauffé à une température de surface dans la plage de 50 à 150°C, de préférence de 100 à 130°C.

5

- 11.** Utilisation d'une calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle les rouleaux (2, 3) tournent à une vitesse périphérique dans la plage de 600 à 1000 m/min, de préférence de 700 à 950 m/min.

10

- 12.** Utilisation d'une calandre selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle la calandre (1) est montée en ligne.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

