

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 9423/2008

(86) PCT-Anmeldenummer PCT/EP2008/052927

(22) Anmeldetag: 12.03.2008

(45) Veröffentlicht am: 15.06.2011

(51) Int. Cl. : **D21F 5/00** (2006.01)

D21G 1/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 10150443A1 DE 10137608A1

(73) Patentinhaber:
METSO PAPER, INC.
SF-00130 HELSINKI (FI)

(72) Erfinder:
PIHKO RIKU
JYVÄSKYLÄ (FI)
VAINIO VOLI-MATTI
TAMPERE (FI)
KIISKI ERKKI
TAMPERE (FI)

(54) **RIEMEN FÜR EINE VERWENDUNG IN EINER PAPIERHERSTELLMASCHINE ODER
KARTONHERSTELLMASCHINE UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES SOLCHEN RIEMENS**

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Riemen (100) für eine Verwendung in einer Papierherstellmaschine oder Kartonherstellmaschine. Der Riemen folgendes weist auf: einen plattenförmigen Metallriemenkörper (10), der daran angepasst ist, dass er zu einer endlosen Schleife ausgebildet ist, und eine Beschichtung (101, 102), die an zumindest einer Oberfläche des Riemens ausgebildet ist, wobei die Beschichtung aus einem anderen Material als das Material des Riemenkörpers (10) aufgetragen ist. Die Spannung in der Beschichtung (101, 102) unterscheidet sich von der Spannung in dem beschichteten Riemenkörper (10).

Außerdem bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Riemens.

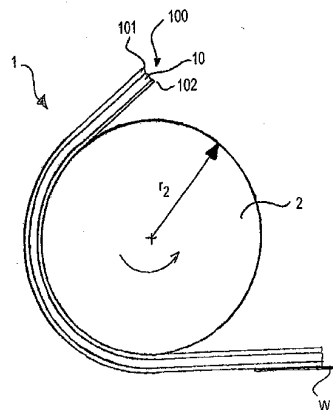


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Riemen, die aus Metall hergestellt sind und in Faserbahnmaschinen inklusive Papier- oder Kartonherstellmaschinen und Finishingmaschinen angewendet werden, und auch auf ein Verfahren zum Herstellen derartiger Riemen. Metallriemen weisen derartige Eigenschaften auf wie Glätte, Steifigkeit, Wärmeleitfähigkeit und dergleichen, was die Anwendung dieser Riemen bei der Papierherstellung oder Kartonherstellung besonders vorteilhaft macht.

[0002] Metallriemen werden häufig in Zusammenwirkung mit Schaberklingen verwendet, die in Gleitkontakt mit dem Riemen stehen, womit ein Verschleiß des Riemens bewirkt wird. Es ist daher erforderlich, die Verschleißeigenschaften und den Verschleißwiderstand der jeweiligen Riemen zu verbessern. Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, harte Beschichtungen, insbesondere eine harte Chromplattierung, auf dem Riemen vorzusehen, um eine harte und vergleichsweise gegenüber Verschleiß widerstandsfähige Oberfläche zu schaffen.

[0003] Jedoch wurde herausgefunden, dass es einige andere Schwierigkeiten gibt, die bei der Verbesserung des Metallriemens involviert sind. Einerseits sind in der harten Chromplattierung, die als ein typisches Beispiel für eine harte Beschichtung dient, die Adhäsionseigenschaften zwischen dem derart beschichteten Metallriemen und der Bahn, die auf diesem Riemen befördert wird, nicht zufriedenstellend. Andererseits wurde herausgefunden, dass die Lebensdauer oder Haltbarkeit der harten beschichteten Metallriemen kurz sind.

[0004] Untersuchungen haben gezeigt, dass der harte mit Chrom plattierte Riemen eine Vielzahl an Anfangsrissen in der Metallriemenoberfläche und/oder der Beschichtung aufzeigt. Wenn der Riemen in Betrieb ist, wird der Riemen viele Millionen Mal gebogen, wenn die Laufrichtung des Riemens sich ändert. Es kann mit gutem Grund angenommen werden, dass das wiederholte Biegen des Riemens bewirkt, dass die kleinen Anfangsrisse in den Metallriemen hinein voranschreiten, was schließlich bewirkt, dass der Riemen reißt.

[0005] Ein weiteres Problem bei den Beschichtungen des Standes der Technik kann darin gesehen werden, dass eine Delamination oder ein örtliches Abschälen der Beschichtungen besonders dann beobachtet wird, wenn der Metallriemen bedeutsame Temperaturänderungen während seines Laufes erfährt, so dass ein thermisches Expansionsphänomen - beispielsweise ein schnell schrumpfender Metallriemen - ein derartiges Ablösen der Beschichtung von dem Riemenkörper bewirken kann.

[0006] Darüber hinaus sind im Stand der Technik Riemen für CVT-Getriebe bekannt. Ein Riemen für ein CVT-Getriebe ist in der DE 101 37 608 A1 offenbart. Dieser Riemen erfährt eine Oberflächenbehandlung. Aufgrund des Beschiessens mit Beschussteilchen ändert die Oberflächenlage ihre Eigenschaften.

[0007] Die DE 101 50 443 A1 offenbart einen weiteren Riemen für ein CVT-Getriebe. Bei diesem Riemen wird eine Nitridlage von ungefähr 25 µm auf der Oberfläche des Riemens durch eine Oberflächenbehandlung vorgesehen.

[0008] Im Hinblick auf die vorstehend dargelegten Probleme ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen gegenüber Verschleiß widerstandsfähigen Metallriemen vorzuschlagen, der eine hohe Haltbarkeit hat, gleichmäßig verschleißt und eine geringe Adhäsion gegenüber einer Bahn aufzeigt, und ein Verfahren zum Herstellen eines derartigen Riemens vorzuschlagen.

[0009] Im Hinblick auf den Riemen ist die Aufgabe durch einen Riemen gemäß Anspruch 1 gelöst, und im Hinblick auf das Verfahren ist die Aufgabe durch ein Verfahren gemäß Anspruch 15 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen aufgezeigt.

[0010] Es wurde herausgefunden, dass ein Riemen mit einer speziellen Spannungsverteilung in dem Metallriemen und seiner harten Beschichtung gegenüber dem Voranschreiten von An-

fangsrisen widerstandsfähig ist, so dass die Lebensdauer des Riemens bedeutsam erhöht wird. Andererseits können die vorteilhaften Eigenschaften bekannter harter Beschichtungen im Hinblick auf den Verschleiß widerstand beibehalten werden.

[0011] Es wurde herausgefunden, dass die mit einer Vorspannung vorgesehene Beschichtung weiter aufbereitet werden kann durch beispielsweise ein Öffnen von Anfangsrissen in der Beschichtung mit einem Korrodiermittel und einem anschließenden Befüllen der so erlangten Hohlräume in der Beschichtung mit einem Niedrigadhäsionsmaterial, wodurch ein Metallriemen vorgesehen wird, der eine gegenüber Verschleiß widerstandsfähige Oberfläche mit geringer Adhäsion hat. Es wurde des Weiteren herausgefunden, dass diese harte Beschichtung sogar den Ermüdungswiderstand des Metallriemens im Vergleich zu einem nicht beschichteten Metallriemen verbessert. Weitere Verbesserungen haben Vorteile gezeigt, wenn die Innenfläche der Riemenschleife mit einer geeigneten Beschichtung ebenfalls bedeckt ist, wobei diese Beschichtung ebenfalls eine vorbestimmte Spannungsverteilung in der Beschichtung und dem Riemenkörper erfüllt. Beispielsweise sind elastische (und/oder weiche) Beschichtungen besonders dafür geeignet, dass sie an der Innenseite des Riemens vorgesehen werden, und derartige Beschichtungen werden als dahingehend nützlich erachtet, dass sie den Metallriemenkörper einkapseln, um beispielsweise das Widerstandsvermögen gegenüber Korrosion bei dem Metallriemen zu verbessern.

[0012] Insgesamt schafft die vorliegende Erfindung einen aus Metall hergestellten Riemen für eine Verwendung in einer Faserbahnmaschine inklusive einer Papier- oder Kartonherstellmaschine und Finishingmaschine, wobei der Riemen einen plattenförmigen Riemenkörper hat, der daran angepasst ist, dass er zu einer endlosen Schleife ausgebildet ist, und eine Beschichtung auf zumindest einer Oberfläche des Riemens ausgebildet ist. Die Beschichtung ist aus einem anderen Material als der Riemenkörper ausgebildet, und die Spannung in der Beschichtung unterscheidet sich von der Spannung in dem beschichteten Riemenkörper.

[0013] In vorteilhafter Weise ist die Spannung in der Beschichtung eine Druckspannung und/oder ist die Spannung in dem Riemenkörper eine Zugspannung. Diese Spannungsverteilung in dem Metallriemen kann gewählt werden, wenn die Beschichtung auf der Außenfläche einer durch den Riemen ausgebildeten Schleife vorgesehen ist. In diesem Fall besteht ein weiterer Vorteil dann, wenn die Beschichtung eine gegenüber Verschleiß widerstandsfähige Beschichtung ist, wobei insbesondere die Beschichtung eine harte Chromplattierung sein kann.

[0014] In einer vorteilhaften Abwandlung kann die Beschichtung ein Niedrigadhäsionsmaterial mit einer niedrigen Adhäsion gegenüber einer Papier- oder Kartonbahn tragen, wobei das Material ein fluoroplastisches Material aufweisen kann, das in Hohlräume in der Beschichtung gefüllt ist.

[0015] In dem Fall, bei dem die innere Schleifenoberfläche der Riemenschleife mit einer Beschichtung zu bedecken ist, ist es von Vorteil, wenn die Spannung in der Beschichtung eine Zugspannung ist und/oder die Spannung in dem Riemenkörper eine Druckspannung ist. In vorteilhafter Weise ist die Beschichtung eine flexible Beschichtung oder sie ist eine Diamantbeschichtung oder eine diamantartige Beschichtung.

[0016] Das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung stellt einen aus Metall hergestellten Riemen her für eine Verwendung in einer Faserbahnmaschine inklusive einer Papier- oder Kartonherstellmaschine und einer Finishingmaschine, wobei das Verfahren einen Schritt zum Vorsehen eines plattenförmigen Riemenkörpers aufweist, der daran angepasst ist, dass er zu einer endlosen Schleife ausgebildet wird. Dann wird der Riemenkörper mit einem Radius und/oder in einer Richtung gebogen, die sich von der Biegung des Riemens unterscheidet, wenn der Riemen in der Form der vorstehend erwähnten Schleife in der Papier- oder Kartonherstellmaschine in Verwendung ist, und eine Beschichtung auf zumindest einer Oberfläche des Riemenkörpers wird aus einem anderen Material als der Riemenkörper ausgebildet, während der Riemenkörper in dem gebogenen Zustand gehalten wird, so dass eine Beschichtung ausgebildet wird, in der die Spannung in der Beschichtung sich von der Spannung in dem beschichteten Riemenkörper unterscheidet.

[0017] In Abhängigkeit von der erwünschten Spannungsverteilung in dem Riemenkörper und der Beschichtung kann der Riemenkörper mit einem geringeren Krümmungsradius als im Betrieb in der Maschine gebogen sein, und die Beschichtung kann dann auf die konvexe Oberfläche des gebogenen Riemenkörpers aufgebracht werden, wobei die Oberfläche eine Außenfläche der Riemenschleife ist. Alternativ wird, wenn eine andere oder entgegen gesetzte Spannungsverteilung zu verwirklichen ist, der Riemenkörper in entgegen gesetzter Richtung als im Betrieb in der Maschine gebogen, und die Beschichtung wird auf die konkave Oberfläche des gebogenen Riemenkörpers aufgebracht, wobei die Oberfläche eine Innenfläche der Riemenschleife ist.

[0018] Als eine Vorrichtung zum Biegen des Riemenkörpers und zum Aufbringen einer Beschichtung auf der Außenfläche der Riemenschleife - wobei die Riemenschleife vor oder nach dem Beschichten ausgebildet werden kann - kann eine Rolle verwendet werden, über die der Riemenkörper gebogen wird, wobei die Rolle den Krümmungsradius der Biegung des Riemenkörpers als ihren Radius hat. Dadurch kann eine Druckspannung in der Beschichtung und/oder eine Zugspannung in dem Riemenkörper erlangt werden, wenn der Riemen in Betrieb ist.

[0019] Alternativ kann eine Vorrichtung angewendet werden, die das Verfahren in die Praxis umsetzt, wobei in der Vorrichtung der Riemenkörper gebogen wird durch ein Aufbringen eines Unterdrucks an der Seite, die zu der Seite entgegengesetzt ist, die beschichtet wird, wodurch der Riemenkörper zu einer gebogenen Form gedrängt wird. Das heißt, die innere oder konkave Oberfläche des gebogenen Riemenkörpers kann unter Verwendung einer derartigen Vorrichtung beschichtet werden, was eine Lösung ist, bei der der Zugang zu der inneren Oberfläche der Krümmung ermöglicht ist, wenn der Riemenkörper in gebogenem Zustand gehalten wird. Dadurch kann die Zugspannung in der Beschichtung und/oder die Druckspannung in dem Riemenkörper erlangt werden, wenn der Riemen in Betrieb ist.

[0020] Es sollte hierbei beachtet werden, dass sämtliche Beschichtungsverfahren angewendet werden können, insbesondere ein thermisches Sprühen, HVOF, HVAF, ein elektrochemisches Beschichten, Chrombeschichten, Bürstenbeschichten, chemisches Beschichten, Nickelbeschichten, Tauchbeschichten (Immersion), Depositionsbeschichten (Sedimentation), Beschichten durch Schweißen, Laserbeschichten CVD, PVD, DLC, ALD, ein Diamantbeschichten und diamantartiges Beschichten und ein Hybridbeschichten allein oder in Kombination.

[0021] Das Verfahren kann des Weiteren Schritte zum Vorbereiten der Metallriemenoberfläche(n) für die aufzubringende(n) Beschichtung(en) aufweisen, wobei derartige Schritte ein Oberflächenaufrauen, ein Oberflächenreinigen, ein Oberflächendesinfizieren, ein Oberflächenbeizmittel, ein Auftragen von Primern oder dergleichen umfassen. Außerdem kann die Oberfläche nach dem Beschichten gefinished werden (Endbearbeitung) durch ein Schleifen, Polieren, etc.

[0022] Die vorliegende Erfindung ist nachstehend anhand in den Zeichnungen gezeigter praktischer Ausführungsbeispiele erläutert. Es ist klar, dass die praktischen Ausführungsbeispiele nicht einschränkende Beispiele sind, durch die die beanspruchte Erfindung in die Praxis umgesetzt ist, so dass Abwandlungen von ihnen innerhalb des Wissensgebietes von Fachleuten gemacht werden können.

[0023] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Metallriemens, der an seinen beiden Seiten beschichtet ist, im Betrieb an einer Rolle einer Papierherstellmaschine.

[0024] Figur 2 zeigt stark vergrößerte schematische Darstellungen eines kleinen Stücks eines Riemens, der an einer Seite beschichtet ist, zur Erläuterung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung.

[0025] Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung, die zum Herstellung eines beschichteten Riemens anwendbar ist, der eine Beschichtung an seiner Innenfläche hat, im Hinblick auf einen Krümmungsradius des Riemens im Betrieb.

[0026] Figur 4 zeigt eine beispielartige Anordnung zum Ausführen der Erfindung.

[0027] Figur 5 zeigt einen stark vergrößerten Abschnitt eines Riemens.

[0028] In Figur 1 ist ein Teil eines Riemens 100 gezeigt, der eine Beschichtung 101 und 102 hat. Obwohl dies nicht dargestellt ist, sollte verständlich sein, dass der Riemen 100 als eine endlose Schleife ausgebildet ist, die über zumindest zwei Rollen oder andere Einrichtungen tritt, bei denen der Riemen seine Laufrichtung ändert. In Figur 1 ist gezeigt, dass der Riemen 100 über eine Rolle 2 tritt, an der der Riemen seine Laufrichtung von oben rechts nach unten und nach links zu einer horizontalen Bewegung von links nach rechts ändert. Lediglich zum Zwecke der Erläuterung ist ein Stück einer Bahn W gezeigt, die auf dem Riemen 100 getragen werden soll.

[0029] Der Riemen 100 hat einen Riemenkörper 10 mit zwei Beschichtungen, wobei die Beschichtung 100, die die Außenfläche der Riemenschleife bedeckt und mit der Bahn W in Kontakt gelangt, nachstehend Außenbeschichtung oder äußere Beschichtung 101 genannt wird, während die Beschichtung 102 an der Oberfläche der entgegen gesetzten Seite, die Innenfläche der Riemenschleife als Innenbeschichtung oder innere Beschichtung 102 bezeichnet ist.

[0030] Der Metallriemen 100 von Figur 1 ist um die Rolle 2 bis zu ungefähr 160° geschlungen und ist mit einem Radius r_2 gebogen, wenn er der Rollenoberfläche der Rolle folgt, die einen Durchmesser $2 \times r_2$ hat. Es sollte hierbei beachtet werden, dass ein derartiger Metallriemen aus verschiedenen Materialien gemäß den speziellen Anforderungen in dem Prozess hergestellt werden kann. Zum Zwecke der Erläuterung der vorliegenden Erfindung wird ein aus einem Metall aus rostfreiem Stahl hergestellter Riemenkörper mit einer Dicke von 0,6 bis 1,2 mm verwendet, der so ausgebildet und geschweißt wird, dass er die endlose Schleife ausbildet.

[0031] Der Metallriemen und die Beschichtungen, die in Figur 1 gezeigt sind, sind aus Gründen, die lediglich einer deutlichen Veranschaulichung der Zeichnung dienen, außerordentlich dick gezeichnet, wobei in der Realität die Dicke der Beschichtungen (typischerweise 5 bis 100 μm) im Vergleich zu dem Durchmesser der Rolle 2 verschwindend klein sein würde. Es sollte hierbei beachtet werden, dass r_2 den minimalen oder kleinsten Biegeradius repräsentiert, den der Riemen im Betrieb der Maschine zu passieren hat.

[0032] In der linken Darstellung A von Figur 2 ist ein Metallriemenkörper 10 gezeigt, wobei eine Beschichtung 101 ausgebildet ist, die eine äußere Beschichtung in Bezug auf die Riemenschleife ausbildet. Aufgrund der Größe der Zeichnungen erscheint der Riemenkörper 10 flach, jedoch ist er mit einem Krümmungsradius oder einem Biegeradius r gebogen, der kleiner als r_2 ist, d.h. kleiner als der kleinste Biegeradius, den der Riemen im Betrieb der Maschine passiert. Aufgrund des Biegens kann grob erwartet werden, dass das Spannungsprofil P in dem gebogenen Riemenkörper 10 auftritt. In diesem Zustand wird die Beschichtung 101 auf den Riemenkörper 10 aufgebracht, d.h. es ergibt sich ein Spannungsverteilungsprofil P innerhalb des Riemenkörpers, wohingegen die Beschichtung 101 von Spannung frei ist.

[0033] In der rechten Darstellung B von Figur 2 ist der Betriebszustand des Riemens gezeigt, d.h. wenn er mit dem Biegeradius r_2 gebogen ist (beispielsweise wenn er eine Rolle mit einem Radius r_2 passiert). Es sollte hierbei beachtet werden, dass aus Gründen der Dimensionen der Elemente der Riemenkörper 10 in der Zeichnung B flach gezeichnet ist, obwohl er mit dem Radius r_2 gebogen ist.

[0034] In dem gebogenen Zustand der Zeichnung B kann ein Spannungsprofil P2 angenommen werden, das lediglich schematisch in Figur 2 gezeigt ist. Des Weiteren wurde unter der Annahme, dass die Dicke t_c der Beschichtung 101 viel kleiner als die Dicke t_b des Riemenkörpers 10 ist, befunden, dass das Spannungsprofil P2 in dem Riemenkörper flacher ist und dass sich eine Druckspannung entwickelt, die als ein einzelner Pfeil F in der Beschichtung 101 gezeigt ist. Da der Radius r_2 der minimale Biegeradius in dem Lauf des Riemens 100 ist, ergibt sich stets eine Druckspannung innerhalb der Beschichtung, wobei die Druckspannung sogar noch zunimmt, wenn der Riemen wirklich flach läuft.

[0035] Durch die permanent wirkende Druckspannung in der Beschichtung 101 wurde befunden, dass natürliche Anfangsrisse (diese sind nicht dargestellt) in der Beschichtung nicht voran-

schreiten werden, da keine nennenswerte Kraft in der Richtung einwirkt, in der die Risse weiter geöffnet werden; im Gegensatz dazu werden die Risse eher dazu gebracht, dass sie sich schließen, wodurch ein in das Metallriemenmaterial hinein erfolgendes Rissvorschreiten verhindert wird.

[0036] Außerdem wurde herausgefunden, dass eine harte Beschichtung, die in der vorstehend beschriebenen Weise angeordnet ist, die Ermüdungsfestigkeit des Metallriemens an sich verbessert. Demgemäß ist eine stärkere Biegung akzeptabel und kleinere Rollendurchmesser können in der Papiermaschine vorgesehen werden, was die Maschine kompakter gestaltet und die Rolle (die Rollen) kleiner und weniger kostspielig gestaltet.

[0037] Im Hinblick auf das Ausbilden der Beschichtung 102 von Figur 1, das heißt der Beschichtung an der Innenfläche der Riemenschleife, ist eine beispielartige Vorrichtung, in der eine derartige Beschichtung so ausgebildet werden kann, dass sie unter Zugspannung steht, wenn der Riemen in Verwendung ist, in Figur 3 gezeigt. Ein Trog (eine Wanne) 3 ist so vorgesehen, dass er eine offene Vorderseite mit geeignet geformten Rändern hat, über die der Abschnitt des Riemenkörpers der zu beschichten ist, in zumindest einer im Wesentlichen gegenüber Luft abgedichteten Weise gleiten kann (von recht nach links in Figur 3). Eine Unterdruckpumpe 5 ist vorgesehen, die verwendet wird, um Luft von der Innenseite des Trogs 3 zu entfernen, sodass eine Druckdifferenz zwischen den beiden Oberflächen des Riemenkörpers den Riemenkörper 10 so drängt, dass er gebogen wird und eine Krümmung ausbildet. Vorzugsweise sind der Trog 3 und die Drücke im Inneren und außerhalb des Troges so gestaltet und gewählt, dass der Krümmungsradius (der Biegeradius) kleiner ist als irgendein Biegeradius, den der Riemen gebogen wird, wenn er in der Maschine in Betrieb ist. Dann bringt eine lediglich schematisch gezeigte Beschichtungsanlage 4 die erwünschte Beschichtung auf den Riemenkörper so auf, dass die an der Innenfläche befindliche Beschichtung 102 der Riemenschleife ausgebildet wird. Da der Riemenkörper 10 stärker gebogen ist, wenn die Beschichtung aufgetragen ist, als nachher wenn der Riemen in Betrieb ist, ist verständlich, dass eine Zugspannung in der Beschichtung vorhanden ist, wenn der Riemen flach gemacht (gestreckt) wird. Einer möglichst kurzen Darlegung wegen wird es als ausreichend erachtet, dass die Erläuterungen dieses Effektes, die unter Bezugnahme auf Figur 2 beschrieben sind - obwohl das Ergebnis das Gegenteil ist (Zugspannung anstelle von Druckspannung in der Beschichtung) - hierbei mutatis mutandis gelten.

[0038] Figur 4 zeigt eine mögliche Anordnung mehrerer Vorrichtungen zum Ausbilden der Außenbeschichtung (Beschichtung 101 in Figur 1) auf einem Riemenkörper 10. Der Riemenkörper 10 tritt über eine Rolle, die einen Radius r hat, der kleiner als irgendein Biegeradius des Riemens 100 ist, wenn er in der Papiermaschine in Betrieb ist. Drei Arbeitsstationen sind in Figur 4 schematisch gezeigt, wobei mit dem Bezugszeichen 501 eine Oberflächendesinfektions- und Reinigungsstation gezeigt ist; mit dem Bezugszeichen 502 eine Beschichtungsstation gezeigt ist und mit dem Bezugszeichen 503 eine Oberflächenfinishingstation (zum Schleifen und/oder Polieren) gezeigt ist. Der Riemenkörper 10 tritt in kontinuierlicher Weise durch die Anordnung der Vorrichtungen, und so wird die erwünschte mit einer Vorspannung versehene Beschichtung ausgebildet. Es sollte hierbei beachtet werden, dass alternativ die Rolle auch ein unterer Wendepunkt des Riemens sein kann, sodass eine gespiegelte Anordnung der Vorrichtungen im Vergleich zu Figur 4 erhalten wird, wobei dies in Abhängigkeit von dem gewählten Beschichtungsverfahren der Fall ist. Außerdem können mehrere Rollen angewendet werden, über die der Riemen aufeinanderfolgend tritt, wobei an den Rollen eine oder mehrere verschiedene Arbeitsstation für eine Oberflächenbehandlung des Riemens vorgesehen sind. Darüber hinaus können eine kombinierte Anordnung aus einer oder mehreren Rollen und einem oder mehreren Trögen (Wannen) zum Beschichten der jeweiligen Seite des Riemens in Reihe für die anschließenden Oberflächenbehandlungsprozesse vorgesehen sein.

[0039] Was die Beschichtungen der an der Innenseite oder an der Außenseite befindlichen Flächen der Schleife anbelangt, das heißt die Beschichtung 101 und die Beschichtung 102 in Figur 1, so können diese durch folgende Beschichtungsverfahren hergestellt werden: ein Heißsprühen HVOF, HVOF, elektrochemisches Beschichten (beispielsweise Hartchromplattieren),

Chrombeschichten, Bürstenbeschichten, Tauchbeschichten (Immersion), Depositionsbeschichten (Sedimentation), Ausbreitungsbeschichten (Streichen), chemisches Beschichten oder Plattieren, Nickelplattieren, Eintauchbeschichten (Dip-Verfahren), Beschichten mittels Schweißen, Laserbeschichten, Koagulationsbadbeschichten (Erstarrungsbad), Laserbeschichten, Beschichten aus physikalischer Gasphase (physikalische Gasphasenabscheidung). Außerdem kann eine dünne Beschichtung verwendet werden wie beispielsweise CVD, PVD, DLC, ALD, das Diarc-Verfahren und Hybridbeschichtungen. Natürlich können Kombinationen aus diesen Verfahren ebenfalls angewendet werden. Im Übrigen kann ein Oberflächenaufrauhen und/oder das Auftragen von Adhäsionsprimer angewendet werden, um die Verbindung zwischen dem Riemenkörper und der Beschichtung noch stärker zu verbessern.

[0040] Figur 5 zeigt einen vergrößerten Abschnitt eines Riemens 100, der eine Beschichtung 101 aufweist. Die Beschichtung 101 hat Anfangsrisse 111, die üblicherweise von selbst auftreten, wenn beispielsweise eine Hartchromplattierung oder andere harte Beschichtungen auf den Metallriemenkörper aufgetragen werden. Um die Adhäsionseigenschaften derartiger Riemen an einer Bahn, die von einem derartigen Riemen zu befördern, zu behandeln und zu separieren ist, zu verbessern, können die Anfangsrisse 111 mit einem Niedrigadhäsionsmaterial wie beispielsweise fluoroplastische Materialien oder dergleichen gefüllt werden. Hierbei wird durch die mit der Vorspannung versehenen Beschichtung das Voranschreiten der Anfangsrisse verringert oder vermieden. Daher ist ein Verbreitern der Risse beispielsweise durch Ätzen oder eine andere chemische Behandlung derart möglich, dass das Niedrigadhäsionsmaterial in der Beschichtung verstärkt gemeinsam genutzt wird, ohne die Haltbarkeit des Riemens nachteilig zu beeinflussen.

[0041] Ein Beispiel, das das Verhalten des Materials des Riemens in Spannungsversuchen anhand von Versuchsproben erläutert, zeigt die Unterschiede und die Wirkungen in einem Riemenmaterial gemäß der vorliegenden Erfindung (Probe B), im Vergleich zu einem Riemenmaterial, bei dem die vorliegende Erfindung nicht angewendet worden ist (Probe A).

[0042] Zwei Proben in einer Größe von 50 x 4 mm und einer Dicke von 1,25 mm wurden aus einem dünnen Stück eines Basismaterials eines Metallriemens hergestellt, das aus kalt geschmiedetem rostfreiem Austenitstahl bestand. Beide Proben wurden mit Chrommetall durch elektrochemisches Plattieren beschichtet. Während des Beschichtens wurde das Basismaterial der ersten Probe A ohne jegliches Biegen horizontal angeordnet, wo hingegen das Basismaterial für die zweite Probe B so gekrümmt angeordnet wurde, dass die zu beschichtende Oberfläche eine konvexe Form hatte. Nach dem Beschichten und als sie flach angeordnet wurde, hatte die zweite Probe somit eine Restdruckspannung an ihrer Oberfläche.

[0043] Das zwischen den Fläche auftretende Rissverhalten der Proben wurde durch einen Biegeermüdungstest untersucht, bei dem eine Universalversuchanlage MTS einer Vier-Punkt-Biege-Versuchsvorrichtung angewendet wurde, die von der MTS Systems Corporation, MN, USA, erhältlich ist. Unter einer konstanten Kraft, die einer Zugspannung von 770 MPa an der der Außenfläche der Probe entsprach, wurden Biegezyklen für jede Probe ausgeführt. Die gewählte Spannungshöhe entsprach annähernd den Bedingungen, denen der Riemen während des Betriebs in einer Faserbahnmaschine ausgesetzt ist. In geeigneten Intervallen wurde die Probe aus der MTS-Vorrichtung entfernt und ihr Verhalten wurde durch ein Mikroskop untersucht. Das Ziel war es, die Zykluszahl aufzuzeichnen, bei der die in allerersten Anfangsstufen sich ergebenden Risse in der Beschichtung entstünden. Als der Riss ausreichend groß angewachsen war, um zu ermöglichen, dass die Probe 1,3 mm gebogen wurde, was als ein Versagenspunkt (Defekt) erachtet wurde, wurde der Versuch beendet und die Lebensdauerzahl wurde aufgezeichnet.

[0044] Die Probe A ist ein Beispiel des Standes der Technik. Keine Anzeichen an Rissen wurden in der Probe A nach 10 000 Zyklen beobachtet. Nach 40 000 Zyklen wurden die ersten Risse erfasst. Am Ende des Versuchs waren die Risse in einem gitterartigen Muster auf der Oberfläche ausgebildet. Die Probe B ist ein Beispiel der vorliegenden Erfindung. Keine Anzeichen an Rissen wurden nach 40 000 Zyklen beobachtet. Lediglich nach 100 000 Zyklen wurden

die ersten Risse erfasst. Am Ende des Versuchs liefen die Risse gerade über die Probe.

[0045] Die Versuchsergebnisse für jede Probe sind in der nachstehend dargelegten Tabelle zusammengefasst.

Probe	Lebensdauerzahl	Erste Risse erfasst bei
A	44 268	40 000
B	102 730	100 000

[0046] Tabelle 1 - Haltbarkeitsdauer (Lebensdauerzahl) bei der Vier-Punkt-Biegung

[0047] Wie dies aus der vorstehend gezeigten Tabelle ersichtlich ist, ist das Haltbarkeitsverhalten der Probe B des Riemenmaterials der vorliegenden Erfindung gegenüber der Probe A des Riemenmaterials des Standes der Technik überlegen. Somit kann geschlussfolgert werden, dass der Riemen der vorliegenden Erfindung mehr als 100 000 Biegezyklen aushält um bei einer maximalen Spannungshöhe von 770 MPa bis zu einem Fehlverhalten (Defekt), gemessen durch die Vier-Punkt-Biege-Versuchseinrichtung MTS. Wenn eine Beschichtung unter Spannung erfolgte, wurde eine Restdruckspannung an der Riemenoberfläche erzeugt und das Widerstandsvermögen gegenüber Ermüdung des Basismaterials wurde stärker verbessert als mit einer ähnlichen Beschichtung, die aber nicht gebogen war. Daher wird die erwartete Lebensdauer des Riemens der vorliegenden Erfindung wesentlich verbessert.

Patentansprüche

1. Riemen (110) für eine Verwendung in einer Papierherstellmaschine oder Kartonherstellmaschine, wobei der Riemen folgendes aufweist:
einen plattenförmigen Metallriemenkörper (10), der daran angepasst ist, dass er zu einer endlosen Schleife ausgebildet ist,
eine Beschichtung (101, 102), die an zumindest einer Oberfläche des Riemens ausgebildet ist, wobei die Beschichtung aus einem anderen Material als das Material des Riemenkörpers (10) aufgetragen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung in der Beschichtung (101, 102) sich von der Spannung in dem beschichteten Riemenkörper (10) unterscheidet.
2. Riemen gemäß Anspruch 1, **wobei** der Riemen an einer Oberfläche von ihm beschichtet ist und die Spannung in der Beschichtung (101) eine Druckspannung ist.
3. Riemen gemäß Anspruch 2, **wobei** die Spannung in dem Riemenkörper (10) eine Zugspannung ist.
4. Riemen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, **wobei** die Beschichtung (101) an der Außenfläche einer Schleife vorgesehen ist, die durch den Riemen (100) ausgebildet ist.
5. Riemen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **wobei** die Beschichtung (101) eine gegenüber Verschleiß widerstandsfähige Beschichtung ist.
6. Riemen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **wobei** die Beschichtung (101) eine Hartchromplattierung ist.
7. Riemen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **wobei** die Beschichtung (101) ein Niedrigadhäsionsmaterial (112) trägt, das eine niedrige Adhäsion gegenüber einer Papierbahn oder Kartonbahn hat.
8. Riemen gemäß Anspruch 7, **wobei** das Niedrigadhäsionsmaterial (112) ein fluoroplastisches Material aufweist.
9. Riemen gemäß Anspruch 7 oder 8, **wobei** die Beschichtung (101) Hohlräume (111) hat, die mit dem Niedrigadhäsionsmaterial (112) gefüllt sind.

10. Riemen gemäß Anspruch 1, **wobei** der Riemen an einer Oberfläche von ihm beschichtet ist und die Spannung in der Beschichtung (102) eine Zugspannung ist.
11. Riemen gemäß Anspruch 10, **wobei** die Spannung in dem Riemenkörper (10) eine Druckspannung ist.
12. Riemen gemäß einem der Ansprüche 1, 10 oder 11, **wobei** die Beschichtung (102) an der Innenfläche einer Schleife vorgesehen ist, die durch den Riemen (100) ausgebildet ist.
13. Riemen gemäß einem der Ansprüche 1, 10, 11 oder 12, **wobei** die Beschichtung (102) eine flexible Beschichtung ist.
14. Riemen gemäß Anspruch 13, **wobei** die Beschichtung (102) eine Diamantbeschichtung oder eine diamantähnliche Beschichtung ist.
15. Verfahren zum Herstellen eines Riemens (100) für eine Verwendung in einer Papierherstellmaschine oder Kartonherstellmaschine, mit den folgenden Schritten:
 - Vorsehen eines plattenartig geformten Metallriemenkörpers (10), der daran angepasst ist, dass er zu einer endlosen Schleife ausgebildet wird,
 - Biegen des Riemenkörpers (10) mit einem Radius und/oder in einer Richtung, die sich von der Biegung des Riemens (100) unterscheidet, wenn der Riemen in der Form der Schleife in der Papierherstellmaschine oder Kartonherstellmaschine in Verwendung ist, und
 - Auftragen einer Beschichtung (101, 102) auf zumindest einer Oberfläche des Riemenkörpers (10) aus einem anderen Material als das Material des Riemenkörpers (10), während der Riemenkörper (10) in dem gebogenen Zustand ist, so dass eine Beschichtung (101, 102) ausgebildet wird, bei der die Spannung in der Beschichtung (101, 102) sich von der Spannung in dem beschichteten Riemenkörper (10) unterscheidet.
16. Verfahren gemäß Anspruch 15, **wobei** der Riemenkörper (10) mit einem kleineren Krümmungsradius (r) als im Betrieb der Maschine gebogen wird, und die Beschichtung (101) auf die konvexe Oberfläche des gebogenen Riemenkörpers (10) aufgebracht wird, wobei die Oberfläche eine Außenfläche der Riemenschleife ist.
17. Verfahren gemäß Anspruch 15, **wobei** der Riemenkörper (10) in einer entgegengesetzten Richtung als im Betrieb in der Maschine gebogen wird, und die Beschichtung (102) auf die konkave Oberfläche des gebogenen Riemenkörpers (10) aufgebracht wird, wobei die Oberfläche eine Innenfläche der Riemenschleife ist.
18. Verfahren gemäß Anspruch 16, **wobei** der Riemenkörper (10) über eine Rolle (2) gebogen wird, wobei er einen Krümmungsradius (r) als seinen Radius hat.
19. Verfahren gemäß Anspruch 17, **wobei** der Riemenkörper (10) gebogen wird, indem ein Unterdruck an der Seite aufgebracht wird, die entgegengesetzt zu der Seite ist, die beschichtet wird, um den Riemen zu einer gebogenen Form zu drängen.
20. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 15 bis 19, **wobei** das Beschichtungsverfahren zumindest eines der folgenden Verfahren aufweist: thermisches Sprühen, Hochgeschwindigkeit-Flammspritzen (HVOF, HVOF), elektrochemisches Beschichten, Chrombeschichten, Bürstenstreichen, chemisches Beschichten, Nickelplattieren, Streichverfahren, Plattieren, Eintauchbeschichten, Koagulationsbadbeschichten, Beschichten aus physikalischer Gasphase, Tauchbeschichten, Abscheidungsbeschichten, Beschichten mittels Schweißen, Laserbeschichten, chemische Gasphasenabscheidung (CVD), physikalische Gasphasenabscheidung (PVD), Diamond like Carbon - Beschichten (DLC-Beschichten), Atomlagenabscheidung (ALD), Diamantbeschichten und Beschichten mit diamantähnlicher Beschichtung und Mischformen der Beschichtungsverfahren.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

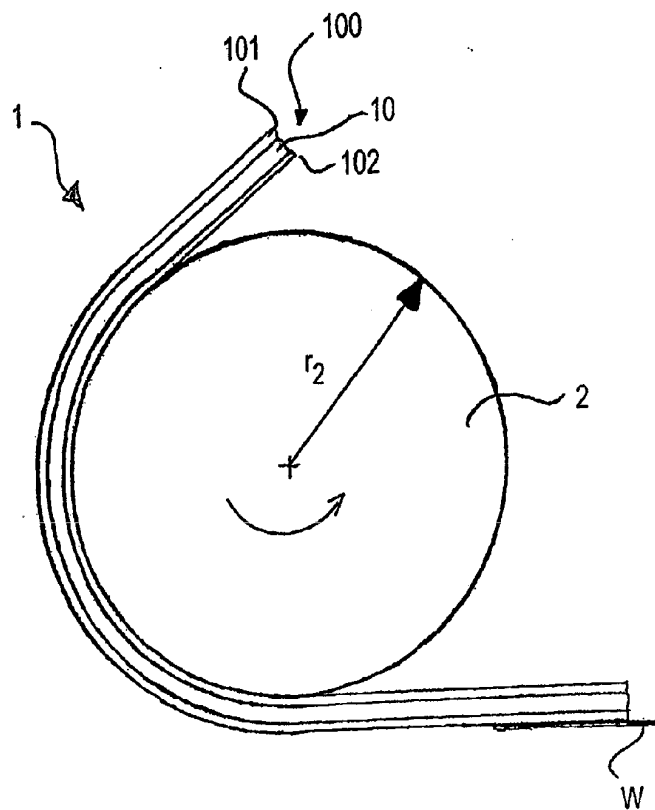


FIG. 1

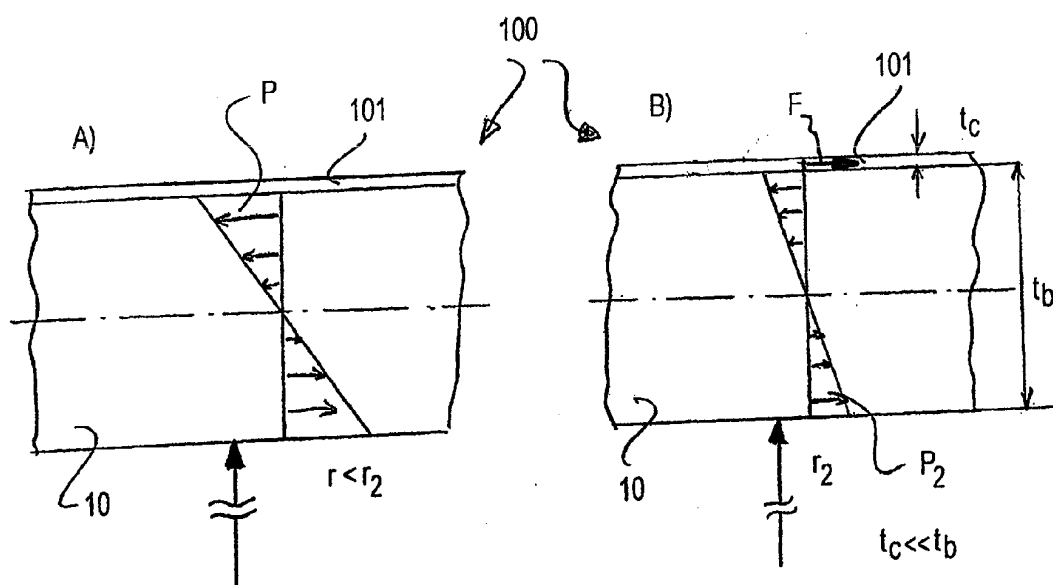


FIG. 2

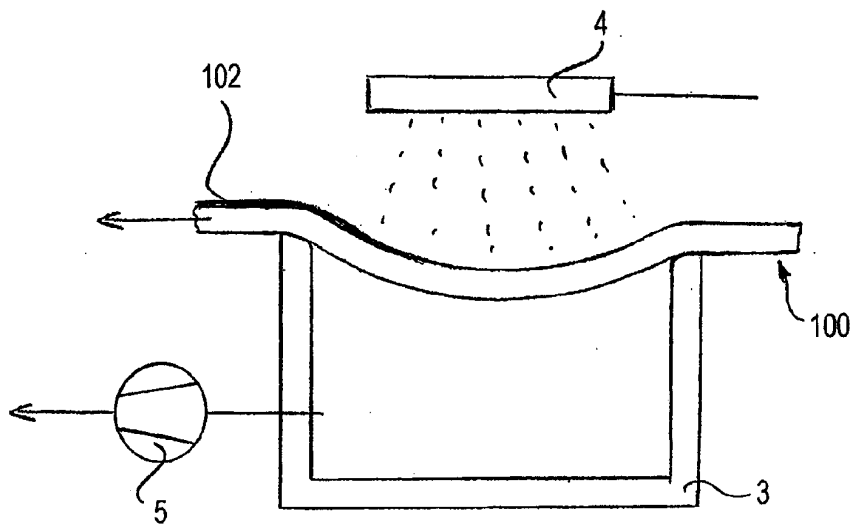


FIG. 3

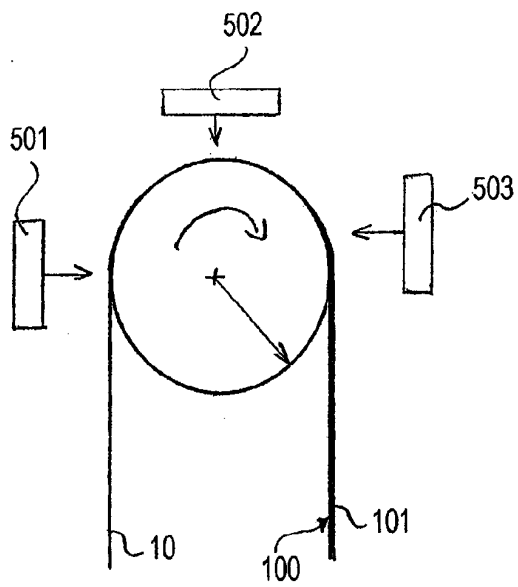


FIG. 4

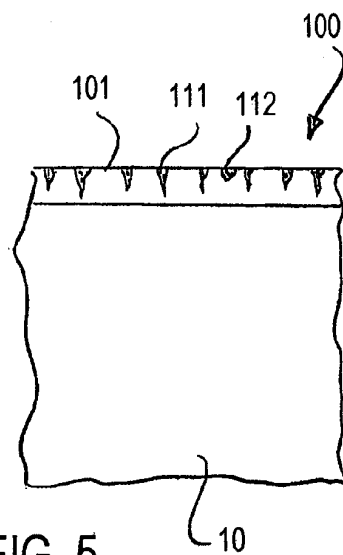


FIG. 5