(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 148 002 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.01.2010 Patentblatt 2010/04

(51) Int Cl.:
D21G 1/00 *(2006.01)* ***D21F 3/02*** *(2006.01)*
D21F 7/08 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09163215.8**

(22) Anmeldetag: **19.06.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **25.07.2008 DE 102008040728**

(71) Anmelder: **Voith Patent GmbH**
89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder:
- **Muench, Rudolf**
  89551 Koenigsbronn (DE)
- **Staiger, Martin, Dr.**
  89198 Westerstetten (DE)

(54) Endlosband zur Bearbeitung flächig ausgebildeter Materialbahnen

(57) Die Erfindung betrifft ein elastisches Endlosband für Vorrichtungen zur Bearbeitung flächig ausgebildeter Materialbahnen, das mit der zu bearbeitenden Materialbahn in Kontakt tritt, bestehend zumindest teilweise aus einem Matrixmaterial aus Kunststoff, vorzugsweise Polyurethan, in das Nanopartikel eingebettet sind. Zur Erhöhung der Festigkeit und der Wärmeleitfähigkeit bestehen die Nanopartikel aus Kohlenstoffnanoröhren.

EP 2 148 002 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elastisches Endlosband für Vorrichtungen zur Bearbeitung flächig ausgebildeter Materialbahnen, das mit der zu bearbeitenden Materialbahn in Kontakt tritt, bestehend zumindest teilweise aus einem Matrixmaterial, vorzugsweise aus Kunststoff und insbesondere aus Polyurethan, in das Nanopartikel eingebettet sind.

[0002] Bei Maschinen zur Bearbeitung flächig ausgebildeter Materialbahnen, wie insbesondere bei Papiermaschinen oder Kartonmaschinen, wird die herzustellende bzw. die zu bearbeitende Materialbahn über eine Vielzahl von unterschiedlich ausgebildeten Walzen geleitet. Beispielsweise wird die Glättung einer Papierbahn üblicherweise durch eine Druckbeaufschlagung der Papierbahn erreicht. Dazu durchläuft die Papierbahn einen Bearbeitungsnip, der von zwei zueinander benachbarten Walzen gebildet wird. Diese Anordnung wird üblicherweise als Kalander bezeichnet. Eine derartige Bearbeitung der Papierbahn wird dementsprechend auch als Kalandrieren bezeichnet.

[0003] Mit fortschreitender Weiterentwicklung von Papiermaschinen stieß man auf gewisse Probleme und Einschränkungen, die ein Kalanderaufbau mit zwei zumindest im Walzenmantel starren, metallischen, einander gegenüberliegenden Kalanderwalzen aufweist.

[0004] Ein erstes Problem liegt in der kurzen Verweildauer der Papierbahn im Nip klassischer Kalander begründet. Dies hat zur Folge, dass eine größere Anzahl an Bearbeitungsnips verwendet werden muss, um das erwünschte Bearbeitungsergebnis zu erreichen. Dies setzt eine entsprechend große Anzahl an Kalanderwalzen voraus, die entsprechend teuer in der Anschaffung sind. Auch das Versehen der Walzenmäntel mit einem elastischen Belag verringert nicht wesentlich die notwendigen Walzen für ein hochwertiges kalandrieren, obwohl der Nip dadurch ein wenig verbreitert wird.

[0005] Eine Möglichkeit zur Verringerung der erforderlichen Anzahl an Nips besteht darin, die Verweildauer der Papierbahn in einem einzelnen Nip deutlicher zu vergrößern. Dies bewerkstelligen sogenannte Breitnip-Kalander. Bei diesen ist eine der Kalanderwalzen mit einem elastischen Walzenmantel versehen. Dadurch wird die entsprechende Walzenoberfläche von der korrespondierenden Kalanderwalze im Nipbereich konvex mitsamt dem Walzenmantel verformt, so dass ein Nip mit größerer Bearbeitungslänge entsteht. Ein Nachteil derartiger Breitnip-Kalander ist, dass bezüglich der Walzenoberfläche gewisse Einschränkungen hinsichtlich der Materialauswahl bestehen. Darüber hinaus setzt die elastische Verformbarkeit der einen Kalanderwalze der Drehzahl der Walzen gewisse Grenzen.

[0006] Um die Einschränkungen hinsichtlich der Materialbeschaffenheit der Kalanderwalzenoberflächen zu beseitigen, wurde auch bereits vorgeschlagen, die zu kalandrierende Papierbahn auf der Seite, die der elastisch verformbaren Walze zugewandt ist, mit einem dünnwandigen, metallischen Endlosband zu unterstützen. Dieses Endlosband dient quasi als Ersatz für eine metallische Walzenoberfläche.

[0007] Um die Bearbeitungslänge eines Breitnip-Kalanders weiter zu erhöhen, wurde darüber hinaus vorgeschlagen, anstelle einer elastisch verformbaren Walze einen konvex geformten Andruckschuh vorzusehen, der gegen eine dazu von der Form her korrespondierende Walzenoberfläche gepresst wird. Zwischen dem Andruckschuh und der zu kalandrierenden Papierbahn befindet sich ein dünnwandiges Endlosband aus Metall, das die zu kalandrierende Papierbahn im Bereich des Andruckschuhs unterstützt und sich mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Papierbahn bewegt.

[0008] Ein Problem bei Kalandern ist der Durchhang. Bei heutigen Kalanderwalzenlängen von bis zu 15 m Länge und mehr, kommt es zu einem nicht unerheblichen Durchhang der Walzen. Dieser Durchhang kann sich in Bezug auf entstehende Vibrationen als problematisch erweisen. Darüber hinaus bewirkt der Durchhang eine ungleichmäßige Vortriebsgeschwindigkeit der zu kalandrierenden Papierbahn über die Walzenlänge hinweg gesehen. Um insbesondere letzteres Problem anzugehen, wurden in der Vergangenheit unterschiedliche Möglichkeiten der Bombierung vorgeschlagen.

[0009] Ein besonders viel versprechender Ansatz, um den nie ganz zu vermeidenden Durchhang von Walzen zu umgehen, besteht in sogenannten Biegekompensationswalzen. Hierzu wird ein Trägerelement über seine Länge hinweg mit Andruckelementen versehen. Über die Andruckelemente wird ein Hohlzylinder geführt, der die zu kalandrierende Papierbahn kontaktiert und für diese als Walzenoberfläche dient. Bei einer entsprechend dünnen Ausführung des Zylindermantels bildet dieser schlussendlich ein elastisches Endlosband.

[0010] Ein Problem bei den zuletzt beschriebenen Kalandern ist es, die Festigkeit des Endlosbandes aufgrund von Zug- und Druckbelastungen oder Temperatureinflüssen ausreichend dimensionieren zu können. Aus diesem Grund wurden die Endlosbänder mit Füllstoffen gefüllt, die die Festigkeit und die Wärmeleitfähigkeit erhöhen. Hier sind auch bereits Nanopartikel im Gespräch gewesen. Das Matrixmaterial, in das die Nanopartikel eingebettet sind besteht vorzugsweise aus dem Kunststoff Polyurethan, aber es sind durchaus auch andere Werkstoffe einsetzbar, beispielsweise Latex oder Gummi.

[0011] Derartige elastische Endlosbänder sind beispielsweise aus der WO 2005/090429 A1 bekannt. In dieser Schrift sind sogenannte Bandkalander als auch Breitnipkalander zu finden, deren Endlosbänder aus Polyurethan bestehen und Nanopartikel enthalten. Zur Steuerung der Eigenschaften des elastischen Endlosbandes werden üblicherweise Füllstoffe, beispielsweise in Form von Fasern oder Pulver in das Matrixmaterial eingebracht. Je nach Menge und physikalischer Eigenschaft dieser Füllstoffe werden die physikalischen Eigenschaften des elastischen Endlosbandes von den Füllstof-

fen dominiert bzw. beeinflusst. Beispielsweise kann die Wärmeleitfähigkeit der elastischen Endlosbänder durch Verwendung von Füllstoffen mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit verbessert werden.

[0012] Es ist die Aufgabe der Erfindung, diese Ausführung von Endlosbändern bezüglich ihrer Festigkeit und Wärmeleitfähigkeit noch weiter zu bessern.

[0013] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Nanopartikel durch Kohlenstoffnanoröhren gebildet werden. Kohlenstoffnanoröhren, auch CNT (carbon nanotubes), sind mikroskopisch kleine röhrenförmige Gebilde (molekulare Nanoröhren) aus Kohlenstoff.

Ihre Wände bestehen nur aus Kohlenstoff, wobei die Kohlenstoffatome eine wabenartige Struktur mit Sechsecken und jeweils drei Bindungspartnern einnehmen. Diese Struktur erlaubt eine gute Einbettung in das Matrixmaterial, das vorzugsweise Polyurethan ist. Trotz ihrer Leichtigkeit zeigen Kohlenstoffnanoröhren ein deutlich verbessertes Verhalten innerhalb des Matrixmaterials in Bezug auf die Festigkeit und die Wärmeleitfähigkeit.

[0014] Die Länge der Kohlenstoffnanoröhren ist verglichen zum Durchmesser sehr lang. Der Stand der Technik beschreibt Partikel in einer Größenordnung von 1 bis 100 nm. Kohlenstoffnanoröhren haben dagegen eine Länge im Millimeter-Bereich. Die Kohlenstoffnanoröhren entsprechen Fasern (wie Papierfasern im Papier). Sie sollen vernetzt werden, um noch besser Kräfte aufnehmen können, so dass das Endlosband haltbarer wird. Insbesondere Kohlenstoffnanoröhren sind fester als Stahl oder Kohlefasern. Deshalb ist es von Vorteil, wenn die in das Matrixmaterial eingebetteten Kohlenstoffnanoröhren einen Durchmesserbereich von 0,2 bis 50 nm und eine Länge von mehr als 1000 nm haben.

[0015] Kohlenstoffnanoröhren dieser Größenordnung haben zudem den Vorteil, dass das Endlosband besonders glatt geschliffen werden kann, was für die Bearbeitung der Materialbahn besonders zuträglich ist. Je glatter das Behandlungsband, desto besser ist beispielsweise ein kalandriertes Papier in seinen Oberflächeneigenschaften. Weiterhin kann durch die verbesserte Oberflächenglätte die Anzahl der erforderlichen Bearbeitungsnips verringert werden, da auch auf der dem elastischen Endlosband zugeordneten Seite der Papierbahn eine hohe Glätte der Materialbahn erzielt werden kann und nicht, wie bei den bekannten Endlosbändern aus Kunststoff, eine beispielsweise an einer harten und beheizten Gegenwalze erzeugte Glätte der Materialbahn teilweise durch den Kontakt mit dem bekannten Endlosband wieder verschlechtert wird. Das erfindungsgemäße Endlosband ist problemlos mit Oberflächenrauigkeiten Ra unter 0,05 μm zu versehen.

[0016] Vorzugsweise sind die Kohlenstoffnanoröhren untereinander vernetzt in das Matrixmaterial des Endlosbandes eingebracht. Es hat sich gezeigt, dass dadurch die Biegewechselfestigkeit des Endlosbandes um wenigstens eine Zehnerpotenz gegenüber Endlosbändern mit üblichen Nanopartikeln größer ist.

[0017] Günstig ist es, wenn die Zugfestigkeit der Kohlenstoffnanoröhren über 40 GPa liegt. Mit einer solchen Zugfestigkeit sind sie heute üblichen und geplanten Belastungen in Kalandern und anderen Bearbeitungsmaschinen mit vollkommener Bruchsicherheit gewachsen. Ein Wechsel des Endlosbandes wird für den Verwender des Endlosbandes planbar, da das Verschleißintervall erfahrungsgemäß bekannt ist und es nicht mehr zu außerordentlichen Endlosbandwechseln wegen Überdehnung kommt.

[0018] Auf der anderen Seite ist dadurch eine begrenzte Dehnungsmöglichkeit des Endlosbandes gegeben, die es gestattet in Kontakt mit der Materialbahn eine Mikrofriktion herbeizuführen, was zu besonders erwünschten Effekten bei einer Oberflächenbehandlung beitragen kann.

[0019] Mit Vorteil ist dafür gesorgt, dass die Kohlenstoffnanoröhren eine Wärmeleitfähigkeit über 5000 W/mK haben. Insbesondere bei relativ langen Kohlenstoffnanoröhren wird für eine gleichmäßige Wärmeverteilung im Endlosband gesorgt, so dass partielle hohe Druckbelastungen nicht mehr zu so genannten Hot Spots (das sind Stellen, an denen sich das Endlosband unzulässig erwärmt) kommen kann.

[0020] Die Herstellung des elastischen Endlosbandes kann in bekannter Weise beispielsweise durch Spritz-, Gieß- oder Wickelverfahren auf einem Endlosbandkern erfolgen, wobei erfindungsgemäß Kohlenstoffnanoröhren in das elastische Matrixmaterial eingebracht bzw. bei einem Wickelverfahren mit diesem beschichtet werden. Besonders günstig ist es, wenn das Endlosband aus streifen- oder fadenförmigen Basiskomponenten, die das Matrixmaterial und die Kohlenstoffnanoröhren beeinhalten, zusammengesetzt ist. Die Basismaterialstreifen oder -fäden lassen sich dann beispielsweise verkleben, verschweißen, verweben oder verschmelzen. So wird eine gleichmäßige Verteilung der Kohlenstoffnanoröhren sicher gestellt.

[0021] In einigen Anwendungsfällen ist es sinnvoll, dem Endlosband nicht nur die Eigenschaft einer hohen Glätte zuzuweisen, so dass bei einer Druckbehandlung der Materialbahn die Glätte des Endlosbandes quasi übertragen wird, sondern ihm auch eine gewisse Porosität zu erlauben. Dadurch wird es möglich, einer Materialbahn Feuchtigkeit zu entziehen oder zuzuführen. Durch die langen Kohlenstoffnanoröhren im verbleibenden Matrixmaterial ist die Festigkeit des Endlosbandes auch bei Porosität gewährleistet.

[0022] Ganz besonders wirkungsvoll wird das Band, wenn es zusätzlich noch beheizbar ist. Die Effektivität eines Kalandrier- oder Trocknungsvorgangs einer Materialbahn wird durch die Zufuhr von Wärme deutlich verbessert. Dies kann auf induktivem Weg geschehen, wenn das Endlosband zusätzlich magnetisierbare Partikel enthält oder von außen über ein Heißluftgebläse erwärmt wird. Entsprechend sollte das Endlosband dann Temperaturen in einer Größenordnung über 100°C ohne Beschädigung verkraften können.

Patentansprüche

1. Elastisches Endlosband für Vorrichtungen zur Bearbeitung flächig ausgebildeter Materialbahnen, das mit der zu bearbeitenden Materialbahn in Kontakt tritt, bestehend zumindest teilweise aus einem Matrixmaterial, vorzugsweise aus Kunststoff und insbesondere aus Polyurethan, in das Nanopartikel eingebettet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nanopartikel durch Kohlenstoffnanoröhren gebildet werden.

2. Elastisches Endlosband gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in das Matrixmaterial eingebetteten Kohlenstoffnanoröhren einen Durchmesserbereich von 0,2 bis 50 nm und eine Länge von mehr als 1000 nm haben.

3. Elastisches Endlosband gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kohlenstoffnanoröhren untereinander vernetzt in das Matrixmaterial des Endlosbandes eingebracht sind.

4. Elastisches Endlosband gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zugfestigkeit der Kohlenstoffnanoröhren über 40 GPa liegt.

5. Elastisches Endlosband gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kohlenstoffnanoröhren eine Wärmeleitfähigkeit über 5000 W/mK haben.

6. Elastisches Endlosband gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Endlosband aus streifen- oder fadenförmigen Basiskomponenten, die das Matrixmaterial und die Kohlenstoffnanoröhren beinhalten, zusammengesetzt ist.

7. Elastisches Endlosband gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Endlosband porös ist.

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 16 3215

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,P	WO 2009/004122 A1 (TAMFELT PMC OY [FI]; LAHDENSUO VILLE [FI]) 8. Januar 2009 (2009-01-08) * Absatz [0011] * * Absätze [0020] - [0022] * * Absätze [0026] - [0028] * -----	1-7	INV. D21G1/00 D21F3/02 D21F7/08
X	EP 1 770 202 A2 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 4. April 2007 (2007-04-04) * Absatz [0011] * * Absätze [0047] - [0054] * * Anspruch 9 * * Abbildungen * -----	1-7	
X	DE 10 2005 054509 A1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 24. Mai 2007 (2007-05-24) * Absatz [0004] * * Absatz [0013] - Absatz [0014] * * Absatz [0030] - Absatz [0034] * * Abbildungen * -----	1-7	
A	WO 2005/014708 A1 (UNIV RICE WILLIAM M [US]; TOUR JAMES M [US]; HUDSON JARED L [US]; KRIS) 17. Februar 2005 (2005-02-17) * Beispiel 1 * -----	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) D21G D21F

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	21. Oktober 2009	Pregetter, Mario

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 09 16 3215

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-10-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009004122 A1	08-01-2009	KEINE	
EP 1770202 A2	04-04-2007	DE 102005046905 A1	05-04-2007
		US 2007077388 A1	05-04-2007
DE 102005054509 A1	24-05-2007	KEINE	
WO 2005014708 A1	17-02-2005	CA 2530471 A1	17-02-2005
		EP 1644438 A1	12-04-2006
		JP 2007524727 T	30-08-2007
		US 2007259994 A1	08-11-2007

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2005090429 A1 **[0011]**