



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 163 686 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.03.2010 Patentblatt 2010/11

(51) Int Cl.:
D21G 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 09169677.3

(22) Anmeldetag: 08.09.2009

(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 SM TR

(30) Priorität: 10.09.2008 DE 102008041951

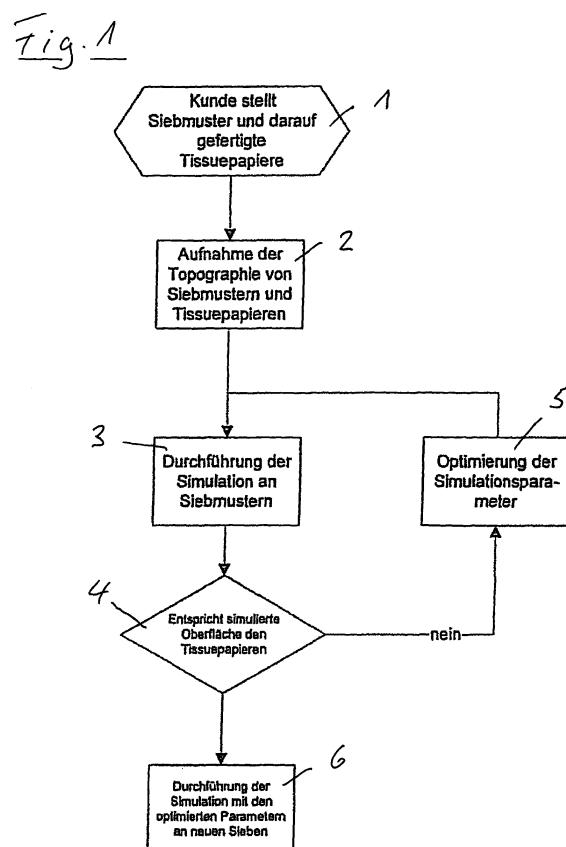
(71) Anmelder: Voith Patent GmbH
89520 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder:

- Schmitt, Matthias, Dr.
81476 München (DE)
- Probst-Schendzielorz, Stefan, Dr.
89077 Ulm (DE)

(54) Verfahren zur Vorhersage der Oberflächentopographie von Tissuepapier

(57) Bei einem Verfahren zur Vorhersage der Oberflächentopographie von in einem Papierherstellungsprozess unter Verwendung eines strukturierten Siebes herzustellendem Tissuepapier, dem mittels des Siebes eine Struktur eingeprägt wird, wird mittels eines Sensors zunächst die Oberflächentopographie (10) wenigstens eines in dem Herstellungsprozess bereits verwendeten strukturierten Siebes aufgenommen. Durch Datenverarbeitung wird ausgehend von der Oberflächentopographie (10) des bereits verwendeten strukturierten Siebes über eine Simulation des Papierherstellungsprozesses die Oberflächentopographie (14) des Tissuepapiers simuliert. Der für die Simulation verwendete Algorithmus wird anhand eines Vergleichs der simulierten Oberflächentopographie (14) mit der Oberflächentopographie (12) des in dem Herstellungsprozess mittels des bereits verwendeten strukturierten Siebes tatsächlich hergestellten Tissuepapiers kalibriert. Anschließend wird ausgehend von der Oberflächentopographie eines jeweili- gen weiteren strukturierten Siebes zur Vorhersage der zu erwartenden Oberflächentopographie des Tissuepapiers die Simulation der Oberflächentopographie des Tissuepapiers unter Verwendung des kalibrierten Algorithmus durchgeführt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vorhersage der Oberflächentopographie von in einem Papierherstellungsprozess unter Verwendung eines strukturierten Siebes herzustellendem Tissuepapier, dem mittels des Siebes eine Struktur eingeprägt wird.

[0002] Tissuepapiere werden auf strukturierten Sieben, wie insbesondere TAD-Sieben (TAD = Through Air Drying) hergestellt. Dabei wird das Papier durch einen Luftstrom in die Sieboberfläche gezogen, wodurch in die Papieroberfläche eine Strukturierung eingeprägt wird. Mit der entsprechend strukturierten Oberfläche des Siebes wird ein hohes Saugvermögen erreicht. Die Qualität von Tissuepapieren wird zwar hauptsächlich durch das jeweilige Saugvermögen charakterisiert. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal für die verschiedenen Sorten ist jedoch die jeweilige Oberflächenbeschaffenheit, wie z.B. Griff, Haptik usw. Bisher konnte der Einfluss des jeweiligen strukturierten Siebes auf die Oberfläche des Tissuepapiers nur durch praktisches Ausprobieren, d.h. eine testweise Herstellung von Tissuepapier ermittelt werden.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem die Oberflächentopographie von Tissuepapier, das in einem Herstellungsprozess unter Verwendung eines jeweiligen strukturierten Siebes hergestellt werden soll, auf einfache, effiziente Weise im Voraus möglichst genau bestimmt werden kann.

[0004] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bei diesem Verfahren zur Vorhersage der Oberflächentopographie von in einem Papierherstellungsprozess unter Verwendung eines strukturierten Siebes herzustellendem Tissuepapier, dem mittels des Siebes eine Struktur eingeprägt wird, wird mittels eines Sensors zunächst die Oberflächentopographie wenigstens eines in dem Herstellungsprozess bereits verwendeten strukturierten Siebes aufgenommen. Durch Datenverarbeitung wird ausgehend von der Oberflächentopographie des bereits verwendeten strukturierten Siebes über eine Simulation des Papierherstellungsprozesses die Oberflächentopographie des Tissuepapiers simuliert. Der für die Simulation verwendete Algorithmus wird anhand eines Vergleichs der simulierten Oberflächentopographie mit der Oberflächentopographie des in dem Herstellungsprozess mittels des bereits verwendeten strukturierten Siebes tatsächlich hergestellten Tissuepapiers kalibriert. Anschließend wird ausgehend von der Oberflächentopographie eines jeweiligen weiteren strukturierten Siebes zur Vorhersage der zu erwartenden Oberflächentopographie des Tissuepapiers die Simulation der Oberflächentopographie des Tissuepapiers unter Verwendung des kalibrierten Algorithmus durchgeführt.

[0005] Dabei kann die Vorhersage der zu erwartenden Oberflächentopographie des Tissuepapiers ausgehend von der mittels des Sensors aufgenommenen Oberflä-

chentopographie eines realen weiteren strukturierten Siebes oder beispielsweise auch ausgehend von der Oberflächentopographie eines virtuellen Siebes erfolgen.

[0006] Es kann somit eine genaue Vorhersage über das Erscheinungsbild der Oberfläche von Tissuepapier erstellt werden, ohne dass dazu Tissuepapiere auf realen Sieben, die sehr aufwendig herzustellen sind, gebildet werden müssen. Zudem wird mit der Möglichkeit, auch virtuelle Siebe zu nutzen, das Entwicklungsverfahren wesentlich beschleunigt.

[0007] Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird bei der durch die Datenverarbeitung erfolgenden Simulation der Oberflächentopographie des Tissuepapiers wenigstens ein virtueller Ball auf der Oberflächentopographie des jeweiligen strukturierten Siebes abgerollt und dabei die sich ergebende Penetrationstiefe dieses virtuellen Balles ermittelt (Rolling-Ball-Methode). Über der ermittelten Penetrationstiefe wird dann eine virtuelle Fläche aufgespannt, die der zu simulierenden Oberfläche des Tissuepapiers entspricht.

[0008] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn für den Vergleich der simulierten Oberflächentopographie des Tissuepapiers mit der Oberflächentopographie des in dem Herstellungsprozess mittels des bereits verwendeten strukturierten Siebes tatsächlich hergestellten Tissuepapiers die jeweils erhaltenen Daten einer Fourieranalyse unterzogen und die Flächenrauhigkeiten der beiden erhaltenen Bilder bestimmt werden.

[0009] Bevorzugt erfolgt die Kalibrierung des für die Simulation verwendeten Algorithmus zumindest teilweise über den Durchmesser des virtuellen Balles.

[0010] Grundsätzlich kann die Kalibrierung auch über weitere zu optimierende Parameter als über den Durchmesser des virtuellen Balles erfolgen. Bevorzugt erfolgt die Kalibrierung jedoch zumindest überwiegend über den Durchmesser des virtuellen Balles.

[0011] Bei der durch die Datenverarbeitung erfolgenden Simulation der Oberflächentopographie des Tissuepapiers können vorteilhafterweise auch zwei oder mehr als zwei virtuelle Bälle eingesetzt werden, die vorzugsweise hintereinander liegend auf der Oberflächentopographie des jeweiligen strukturierten Siebes abgerollt werden. Dabei besitzen die verschiedenen virtuellen Bälle vorteilhafterweise zumindest teilweise einen unterschiedlichen Durchmesser.

[0012] Durch die Verwendung mehrerer virtueller Bälle wird eine realitätsnähere Darstellung erreicht. Die Verwendung von zwei oder mehreren virtuellen Bällen erzeugt zwei oder mehrere aufgespannte Ebenen, die durch eine geeignete Kombination zu der resultierenden Ebene verbunden werden. Eine geeignete Kombination kann z.B. eine Mittelung sein (arithmetisch, geometrisch) oder auch eine Mittelung mit einer höheren Wichtung der einen oder anderen Ebene.

[0013] Mit der Kalibrierung des für die Simulation verwendeten Algorithmus werden insbesondere Randbe-

dingungen des Papierherstellungsprozesses berücksichtigt.

[0014] Dabei umfassen die berücksichtigten Randbedingungen des Papierherstellungsprozesses insbesondere Randbedingungen der betreffenden Tissuemaschine sowie Eigenschaften des initialen, noch nicht mit der betreffenden Struktur versehenen Tissuepapiers.

[0015] Die berücksichtigten Randbedingungen der betreffenden Tissuemaschine können beispielsweise das erzeugte Vakuum und/oder den Luftstrom umfassen, durch das bzw. den das Tissuepapier beim Einprägen der Struktur in die Oberfläche des strukturierten Siebes eingezogen wird.

[0016] Die berücksichtigten Eigenschaften des initialen, noch nicht mit der betreffenden Struktur versehenen Tissuepapiers können beispielsweise dessen Biegesteifigkeit umfassen.

[0017] Eine weitere Eigenschaft kann auch der Schrumpf des Tissuepapiers sein oder die Kreppung, die ein solches Tissuepapier während der Produktion in einigen Applikationen erfährt. Diese beträgt zwischen 2 - 5 % (Schrumpf) und bis zu 30 % durch die Kreppung. Um diesen Parameter nachzustellen, kann ein Kreppparameter in der Software eingestellt werden, der die resultierende Ebene des Rolling-Balls-Algorithmus in eine Richtung staucht.

[0018] Durch Aufnahme der Topographie von strukturierten bzw. Tissue-Sieben und der Simulation des Papierherstellungsprozesses durch einen Algorithmus ist es möglich, die zu erwartende Oberfläche des Tissuepapiers vorherzusagen. Das erfindungsgemäße Verfahren dient unter anderem der Unterstützung des Vertriebes und ermöglicht eine gezielte Auswahl von Sieben zur Erzielung einer bestimmten Oberflächenstruktur des herzustellenden Tissuepapiers.

[0019] Zur Kalibrierung des Algorithmus auf die Bedingung der jeweiligen Tissuemaschine können die Topographien der von einem jeweiligen Kunden bereitgestellten Siebe und Tissuepapiere beispielsweise mit einem Oberflächenscanner aufgenommen werden. Der Algorithmus kann insbesondere auf der in der Informatik als "Rolling Ball" bekannten Methode beruhen. Dabei wird, wie bereits erwähnt, ein virtueller Ball auf der Topographie einer Oberfläche, hier der Oberflächentopographie eines strukturierten oder Tissue-Siebes abgerollt. Über die Penetrationstiefe des virtuellen Balles wird eine Fläche aufgespannt. Diese entspricht der Oberflächentopographie des auf dieser Fläche erzeugten Tissuepapiers. Der entscheidende zu optimierende Parameter ist hier der Durchmesser des virtuellen Balles. In diesem Parameter sind die Bedingungen der Papier- bzw. Tissuemaschine, z.B. Vakuum, Luftstrom usw. und die Eigenschaften des initialen Tissuepapiers, z.B. dessen Biegesteifigkeit, enthalten. Zur realitätsnäheren Darstellung können zwei oder mehr als zwei hintereinander angeordnete "Rolling Balls" bzw. virtuelle Bälle mit unterschiedlichen Durchmessern verwendet werden.

[0020] Stimmt die durch Simulation gewonnene Ober-

flächentopographie des Tissuepapiers mit der Oberflächentopographie des realen Tissuepapiers gut überein, können die so gewonnenen Parameter für die weiteren Simulationen genutzt werden. Der Algorithmus ist damit auf die Randbedingungen der Tissuemaschine und die Eigenschaften des initialen Tissuepapiers kalibriert.

[0021] Die weiteren Simulationen können beispielsweise ausgehend von den Oberflächentopographien 3D-gescannter realer Sieboberflächen erfolgen. Es können jedoch, wie bereits erwähnt, auch generierte, d.h. virtuelle Sieboberflächen verwendet werden.

[0022] Zur Optimierung der Parameter können zusätzlich beispielsweise auch DoE-Methoden eingesetzt werden (DoE = Design of Experiments). Ausgehend von einem Standardwert für den Durchmesser des virtuellen Balles können verschiedene Simulationen mit einem oder beispielsweise zwei virtuellen Bällen durchgeführt werden. Dabei wird der Durchmesser systematisch verändert, bis sich die beste Übereinstimmung ergibt.

[0023] Grundsätzlich ist auch die Verwendung anderer Optimierungsverfahren, wie beispielsweise genetischer Algorithmen möglich und zielführend.

[0024] Gegenstand der Erfindung ist zudem ein Computerprogramm mit Programmcodemitteln, um das vorstehend beschriebene Verfahren durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit ausgeführt wird.

[0025] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um das vorstehend beschriebene Verfahren durchzuführen. Das erfindungsgemäße Computerprogramm sowie das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt beziehen sich vorzugsweise auf sämtliche durch Programmcodemittel beeinflussbare und/oder durch Datenverarbeitung verwirklichbare Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0026] Schließlich ist Gegenstand der Erfindung auch eine Vorrichtung zur Vorhersage der Oberflächentopographie von in einem Papierherstellungsprozess unter Verwendung eines strukturierten Siebes herzustellendem Tissuepapier, dem mittels des Siebes eine Struktur eingeprägt wird, mit einem Sensor zur Aufnahme der Oberflächentopographie des herstellten Tissuepapiers und zur Aufnahme der Oberflächentopographie eines jeweiligen strukturierten Siebes sowie mit einer Datenverarbeitungsanlage, die zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens ausgebildet ist.

[0027] Bevorzugt umfasst der Sensor einen 3D-Oberflächenscanner.

[0028] Mit besonderem Vorteil ist die Erfindung zur Vorhersage im Bereich der Formiersiebe, vorzugsweise in Bezug auf die Oberflächen-Rauhigkeit, Markierung und/oder dergleichen, verwendbar.

[0029] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben, in dieser zeigen:

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm zu einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 die mit einem 3D-Oberflächenscanner aufgenommene Oberflächentopographie eines strukturierten Siebes zur Herstellung von Tissuepapier,

Fig. 3 die reale Oberfläche eines Tissuepapiers und

Fig. 4 die simulierte Oberflächentopographie eines Tissuepapiers.

[0030] Fig. 1 zeigt ein Ablaufdiagramm zu einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0031] Das Verfahren dient der Vorhersage der Oberflächentopographie von in einem Papierherstellungsprozess unter Verwendung eines strukturierten Siebes herzustellendem Tissuepapier, dem mittels des Siebes eine Struktur eingeprägt wird.

[0032] Dabei wird mittels eines Sensors zunächst die Oberflächentopographie wenigstens eines in dem Herstellungsprozess bereits verwendeten strukturierten Siebes aufgenommen. Durch Datenverarbeitung wird ausgehend von der Oberflächentopographie des bereits verwendeten strukturierten Siebes über eine Simulation des Papierherstellungsprozesses die Oberflächentopographie des Tissuepapiers simuliert. Der für die Simulation verwendete Algorithmus wird anhand eines Vergleichs der simulierten Oberflächentopographie mit der Oberflächentopographie des in dem Herstellungsprozess mittels des bereits verwendeten strukturierten Siebes tatsächlich hergestellten Tissuepapiers kalibriert. Anschließend kann dann ausgehend von der Oberflächentopographie eines jeweiligen weiteren strukturierten Siebes, bei dem es sich um ein reales oder auch um ein virtuelles Sieb handeln kann, zur Vorhersage der zu erwartenden Oberflächentopographie des Tissuepapiers die Simulation der Oberflächentopographie des Tissuepapiers unter Verwendung des kalibrierten Algorithmus durchgeführt.

[0033] Bei der sich aus dem Ablaufdiagramm gemäß Fig. 1 ergebenden beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens stellt ein Kunde Siebmuster und daraus gefertigte Tissuepapiere zur Verfügung (Schritt 1). Dabei wurden die Tissuepapiere beispielsweise in einer vom Kunden eingesetzten Papier- oder Tissuemaschine hergestellt.

[0034] Von den vom Kunden bereitgestellten Siebmustern und Tissuepapieren werden mittels eines Oberflächenscanners die jeweiligen Oberflächentopographien aufgenommen (Schritt 2).

[0035] Basierend auf den Oberflächentopographien der vom Kunden bereitgestellten Siebmuster werden über eine jeweilige Simulation des Papierherstellungsprozesses die Oberflächentopographien des Tissuepapiers simuliert (Schritt 3). Anschließend werden die si-

mulierten Oberflächentopographien mit den aufgenommenen Oberflächentopographien der vom Kunden bereitgestellten Tissuepapiere verglichen (Schritt 4). Stimmen die Oberflächentopographien nicht überein, so werden im Schritt 5 die Simulationsparameter optimiert. Anschließend erfolgt wieder die Simulation ausgehend von den vom Kunden bereitgestellten Siebmustern (Schritt 3). Ergibt sich bei dem in Schritt 4 durchgeführten Vergleich, dass die simulierten Oberflächentopographien zumindest im Wesentlichen mit den Oberflächentopographien der vom Kunden bereitgestellten Tissuepapiere übereinstimmen, so kann anschließend die Simulation mit den optimierten Parametern an neuen Sieben durchgeführt werden (Schritt 6).

[0036] Der durchgeführte Vergleich sowie die Optimierung der Simulationsparameter dient der Kalibrierung des für die Simulation verwendeten Algorithmus auf die Bedingungen des Papierherstellungsprozesses und insbesondere die Bedingungen der vom Kunden benutzten Tissuemaschine und die Eigenschaften des initialen Tissuepapiers.

[0037] Der Algorithmus kann auf einer in der Informatik als "Rolling-Ball" bekannten Methode beruhen. Dabei wird ein virtueller Ball auf der Oberflächentopographie, hier der Oberflächentopographie des strukturierten oder Tissue-Siebes abgerollt. Über die Penetrationstiefe des virtuellen Balles wird eine Fläche aufgespannt. Diese entspricht der Oberflächentopographie des auf dieser aufgespannten Fläche erzeugten Tissuepapiers. Der entscheidende zu optimierende Parameter ist hier beispielsweise der Durchmesser des virtuellen Balles. In diesem Parameter können die Bedingungen der Papier- bzw. Tissuemaschine, z.B. Vakuum, Luftstrom usw., und die Eigenschaften des initialen Tissuepapiers, z.B. Biegesteifigkeit, enthalten sein. Zur realitätsnäheren Darstellung können auch zwei oder mehr als zwei hintereinander angeordnete "Rolling Balls" mit unterschiedlichen Durchmessern verwendet werden.

[0038] Stimmt die durch Simulation gewonnene Oberflächentopographie des Tissuepapiers mit der Oberflächentopographie des realen Tissuepapiers gut überein, können die so gewonnenen Parameter für die weiteren Simulationen genutzt werden. Der Algorithmus ist damit auf die Randbedingungen der Tissuemaschine und die Eigenschaften des initialen Tissuepapiers kalibriert. Die weiteren Simulationen können beispielsweise an Oberflächentopographien von 3D-gescannten realen Sieboberflächen erfolgen. Es ist jedoch auch denkbar, generierte oder virtuelle Sieboberflächen zu verwenden.

[0039] Damit kann nun eine genaue Vorhersage über das Erscheinungsbild der Oberfläche von Tissuepapier erstellt werden, ohne dass dazu Tissuepapiere auf realen Sieben, die sehr aufwendig herzustellen sind, gebildet werden müssen. Auch die Möglichkeit, virtuelle Siebe zu nutzen, beschleunigt das Entwicklungsverfahren deutlich.

[0040] Fig. 2 zeigt die mit einem 3D-Oberflächenscanner aufgenommene Oberflächentopographie 10 eines

strukturierten Siebes zur Herstellung von Tissuepapier. Im vorliegenden Fall wurde die Aufnahme beispielsweise mittels eines NanoFokusµscans erstellt.

[0041] Fig. 3 zeigt die reale Oberfläche bzw. Oberflächentopographie 12 eines Tissuepapiers.

[0042] Fig. 4 zeigt die ausgehend von der aufgenommenen Oberflächentopographie 10 eines strukturierten Siebes gemäß Fig. 2 simulierte Oberflächentopographie 14 eines Tissuepapiers.

[0043] Die simulierte Oberflächentopographie gemäß Fig. 4 ist das Ergebnis der Simulation durch den "Rolling Ball"-Algorithmus. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wurde für den durch den Durchmesser des virtuellen Balls bestimmten Parameter 1 mm gewählt. Die Kantenlänge der in den Figuren wiedergegebenen Bilder beträgt jeweils 1 cm.

[0044] Der Wert "1 mm" für den durch den Durchmesser des virtuellen Balles bestimmten Parameter wurde durch Vergleich des simulierten Bildes mit dem realen Bild gemäß Fig. 3 gewonnen. Die Vergleichsbewertung wurde durch eine Fourieranalyse und eine Bestimmung der Flächenrauhigkeiten der beiden Bilder vorgenommen.

[0045] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel entspricht die Skala der beiden Darstellungen gemäß den Fig. 3 und 4 jeweils 400 Pixel à 2,5 µm.

[0046] Zur Optimierung der Parameter können zusätzlich DoE-Methoden (DoE = Design of Experiments) verwendet werden. Ausgehend von einem Standardwert von hier beispielsweise 1,3 mm für den Durchmesser des virtuellen Balles können verschiedene Simulationen mit einem oder zumindest zwei virtuellen Bällen durchgeführt werden. Die Durchmesser wurden beim vorliegenden Ausführungsbeispiel systematisch um 0,3 bzw. 0,6 mm verändert. Dabei ergab sich die beste Übereinstimmung bei 1,0 mm.

[0047] Grundsätzlich ist auch die Verwendung anderer Optimierungsverfahren wie beispielsweise genetischer Algorithmen möglich und zielführend.

Bezugszeichenliste

[0048]

- 10 aufgenommene Oberflächentopographie eines strukturierten Siebes
- 12 reale Oberflächentopographie eines realen Tissuepapiers
- 14 simulierte Oberflächentopographie eines Tissuepapiers

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vorhersage der Oberflächentopographie von in einem Papierherstellungsprozess unter Verwendung eines strukturierten Siebes herzustellendem Tissuepapier, dem mittels des Siebes eine

Struktur eingeprägt wird, bei dem mittels eines Sensors zunächst die Oberflächentopographie (10) wenigstens eines in dem Herstellungsprozess bereits verwendeten strukturierten Siebes aufgenommen wird, durch Datenverarbeitung ausgehend von der Oberflächentopographie (10) des bereits verwendeten strukturierten Siebes über eine Simulation des Papierherstellungsprozesses die Oberflächentopographie (10) des Tissuepapiers simuliert wird, der für die Simulation verwendete Algorithmus anhand eines Vergleichs der simulierten Oberflächentopographie (14) mit der Oberflächentopographie (10) des in dem Herstellungsprozess mittels des bereits verwendeten strukturierten Siebes tatsächlich hergestellten Tissuepapiers kalibriert wird und anschließend ausgehend von der Oberflächentopographie eines jeweiligen weiteren strukturierten Siebes zur Vorhersage der zu erwartenden Oberflächentopographie des Tissuepapiers die Simulation der Oberflächentopographie des Tissuepapiers unter Verwendung des kalibrierten Algorithmus durchgeführt wird.

- 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** bei der durch die Datenverarbeitung erfolgenden Simulation der Oberflächentopographie (14) des Tissuepapiers wenigstens ein virtueller Ball auf der Oberflächentopographie des jeweiligen strukturierten Siebes abgerollt und dabei die sich ergebende Penetrationstiefe dieses virtuellen Balles ermittelt wird (Rolling-Ball-Methode), und dass über der ermittelten Penetrationstiefe eine virtuelle Fläche aufgespannt wird, die der zu simulierenden Oberflächentopographie (14) des Tissuepapiers entspricht.
- 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** für den Vergleich der simulierten Oberflächentopographie (14) des Tissuepapiers mit der Oberflächentopographie (10) des in dem Herstellungsprozess mittels des bereits verwendeten strukturierten Siebes tatsächlich hergestellten Tissuepapiers die jeweils erhaltenen Daten einer Fourieranalyse unterzogen und die Flächenrauhigkeiten der beiden erhaltenen Bilder bestimmt werden.
- 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Kalibrierung des für die Simulation verwendeten Algorithmus zumindest teilweise über den Durchmesser des virtuellen Balles erfolgt.
- 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Kalibrierung des für die Simulation verwendeten Algorithmus zumindest überwiegend über den

Durchmesser des virtuellen Balles erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei der durch die Datenverarbeitung erfolgenden Simulation der Oberflächentopographie (14) des Tissuepapiers zwei oder mehr als zwei virtuelle Bälle eingesetzt werden, die vorzugsweise hintereinander liegend auf der Oberflächentopographie des jeweiligen strukturierten Siebes abgerollt werden. 5

7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die verschiedenen virtuellen Bälle zumindest teilweise einen unterschiedlichen Durchmesser besitzen. 10

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mit der Kalibrierung des für die Simulation verwendeten Algorithmus Randbedingungen des Papierherstellungsprozess berücksichtigt werden. 15

9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die berücksichtigten Randbedingungen des Papierherstellungsprozesses Randbedingungen der betreffenden Tissuemaschine sowie Eigenschaften des initialen, noch nicht mit der betreffenden Struktur versehenen Tissuepapiers umfassen. 20

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die berücksichtigten Randbedingungen der betreffenden Tissuemaschine das erzeugte Vakuum und/oder den Luftstrom umfassen, durch das bzw. den das Tissuepapier beim Einprägen der Struktur in die Oberfläche des strukturierten Siebes eingezogen wird. 25

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die berücksichtigten Eigenschaften des initialen, noch nicht mit der betreffenden Struktur versehenen Tissuepapiers dessen Biegesteifigkeit umfassen. 30

12. Computerprogramm mit Programmcodemitteln zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder einer entsprechenden Recheneinheit ausgeführt wird. 35

13. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11. 40

14. Vorrichtung zur Vorhersage der Oberflächentopographie von in einem Papierherstellungsprozess unter Verwendung eines strukturierten Siebes herstellendem Tissuepapier, dem mittels des Siebes eine Struktur eingeprägt wird, mit einem Sensor zur Aufnahme der Oberflächentopographie des hergestellten Tissuepapiers und zur Aufnahme der Oberflächentopographie eines jeweiligen strukturierten Siebes, sowie mit einer Datenverarbeitungsanlage, die zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgeführt ist. 45

15. Vorrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Sensor einen 3D-Oberflächenscanner umfasst. 50

16. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 11, des Computerprogramms nach Anspruch 12, des Computerprogrammprodukts nach Anspruch 13 und/oder der Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15 zur Vorhersage im Bereich der Formiersiebe, vorzugsweise in Bezug auf die Oberflächen-Rauhigkeit, Markierung und/oder dergleichen. 55

Fig. 1

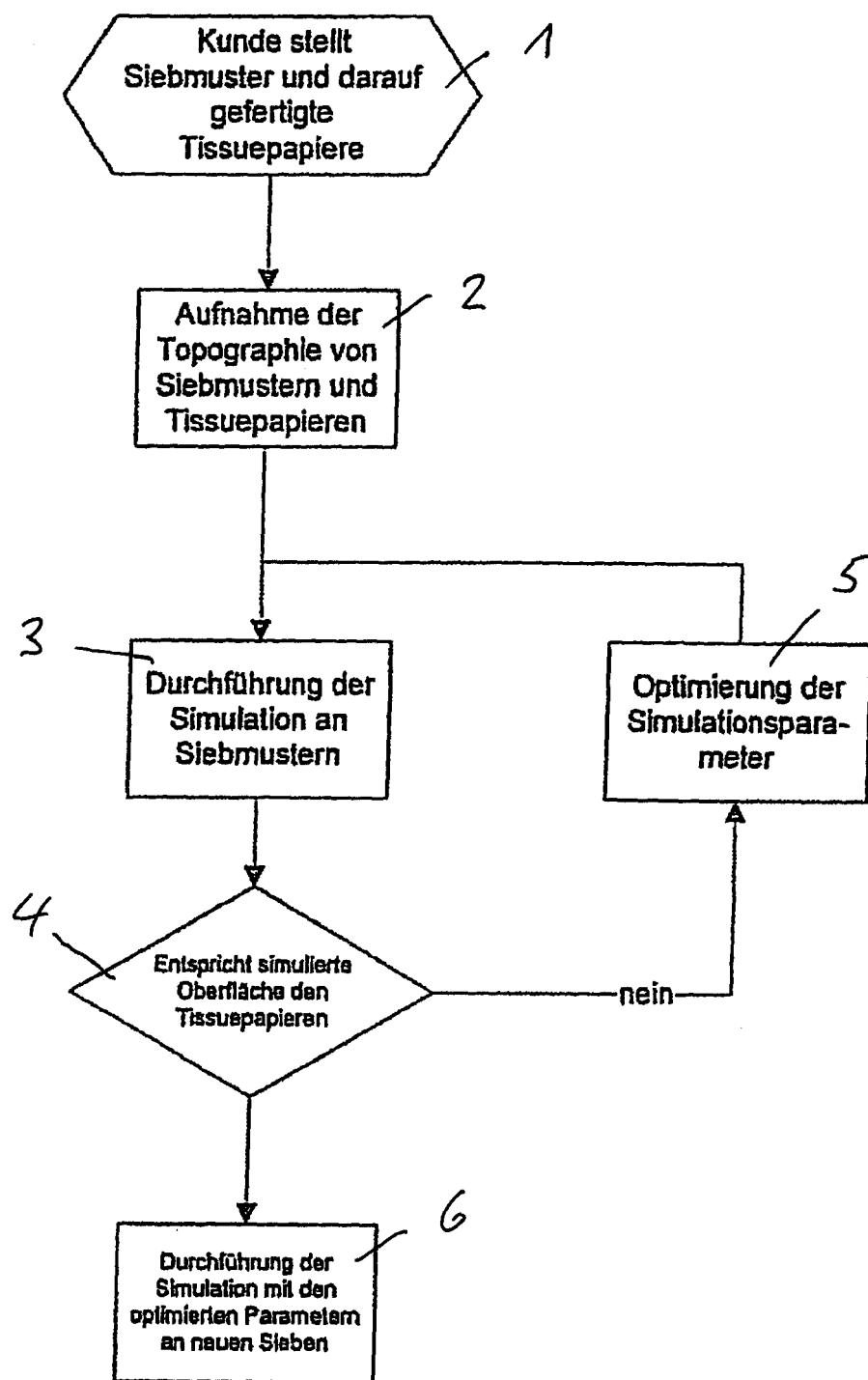


Fig. 2

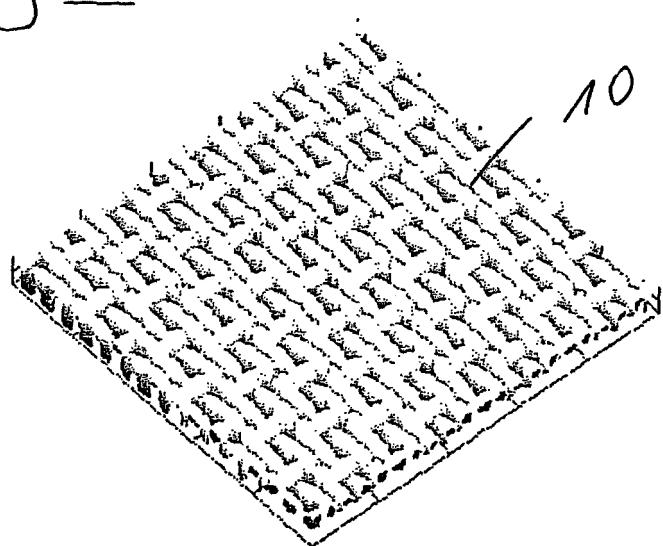


Fig. 3

12

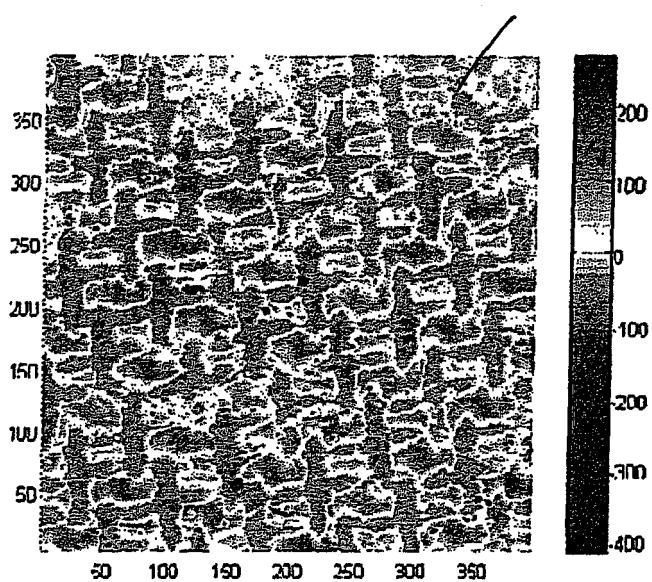
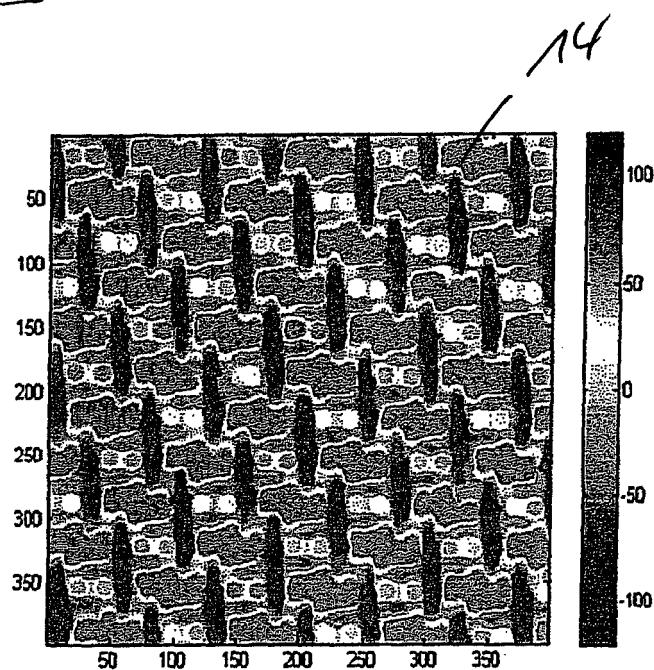


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 16 9677

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 196 32 269 A1 (WESTVACO CORP [US]) 13. Februar 1997 (1997-02-13) * Spalte 2, Zeile 63 - Spalte 3, Zeile 45 * * Spalte 9, Zeile 60 - Spalte 11, Zeile 8 * * Ansprüche 1,8 * * Abbildungen 2,5,6 * -----	1-16	INV. D21G9/00
A	DE 199 13 926 A1 (VOITH SULZER PAPIERTECH PATENT [DE]) 28. September 2000 (2000-09-28) * Spalte 4, Zeile 8 - Zeile 57 * * Spalte 7, Zeile 41 - Spalte 8, Zeile 25 * * Ansprüche 1,4-7 * -----	1,8-12, 14,16	
T	A. J. Hanson: "Rotations for N-Dimensional Graphics" 23. November 2005 (2005-11-23), XP002558633 Gefunden im Internet: URL:<http://www.cs.indiana.edu/pub/techrepor ts/TR406.pdf> [gefunden am 2009-12-03] -----	2-7	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC) D21G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
2	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 3. Dezember 2009	Prüfer Pregetter, Mario
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 16 9677

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentschriften 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.

03-12-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentschri ft	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19632269	A1 13-02-1997	CA 2182555 A1 FI 963120 A GB 2304195 A JP 9184718 A SE 9602938 A	12-02-1997 12-02-1997 12-03-1997 15-07-1997 12-02-1997
DE 19913926	A1 28-09-2000	KEINE	

EPO FORM P0461

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