

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4405677号
(P4405677)

(45) 発行日 平成22年1月27日(2010.1.27)

(24) 登録日 平成21年11月13日(2009.11.13)

(51) Int.Cl.

D21F 1/10 (2006.01)
D21H 27/00 (2006.01)

F 1

D21F 1/10
D21H 27/00

G

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-572452 (P2000-572452)
 (86) (22) 出願日 平成11年9月21日 (1999.9.21)
 (65) 公表番号 特表2002-525455 (P2002-525455A)
 (43) 公表日 平成14年8月13日 (2002.8.13)
 (86) 國際出願番号 PCT/US1999/021877
 (87) 國際公開番号 WO2000/019014
 (87) 國際公開日 平成12年4月6日 (2000.4.6)
 審査請求日 平成18年8月7日 (2006.8.7)
 (31) 優先権主張番号 09/165,888
 (32) 優先日 平成10年9月30日 (1998.9.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 590005058
 ザ プロクター アンド ギャンブル カ
 ンパニー
 アメリカ合衆国オハイオ州、シンシナティ
 ー、ワン プロクター アンド ギャンブ
 ル プラザ (番地なし)
 (74) 代理人 100094651
 弁理士 大川 晃
 (74) 代理人 100093506
 弁理士 小野寺 洋二
 (72) 発明者 フィッケ・ジョナサン・アンドリュー
 アメリカ合衆国 インディアナ州、ローレ
 ンスバーグ、オークリッジ・ドライブ、1
 928

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】大きい厚さを有する紙およびその紙を抄造するための抄紙ベルト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平均纖維長 L をもつ抄紙纖維を有するウェブを搬送する紙ウェブ接觸面と前記紙ウェブ接觸面に反対側の抄紙機接觸面とを有する抄紙ベルトを用いる紙の製造方法であって、前記抄紙ベルトが、

連続する組織領域と不連続な複数個の偏向通路とからなる模様を付けた構成物を有する強化構造物を備え、前記偏向通路が、前記連続する組織領域によって互いに分離しており、前記偏向通路が、細長い周辺部と、L < W < 3L の関係にある平均幅 W と、少なくとも 1.0 から 2.0 までの範囲にわたるアスペクト比と、最小半径とを有し、前記平均幅に対する前記最小半径の比が、少なくとも 0.29 から 0.50 までの範囲にわたる抄紙ベルトを用いる紙の製造方法。

【請求項 2】

前記模様を付けた構成物が、前記強化構造物から少なくとも 0.127 mm から 0.991 mm の範囲の距離を保って前記強化構造物の紙対向面から外方向に延びるようにした請求項 1 に記載の抄紙ベルトを用いる紙の製造方法。

【請求項 3】

前記偏向通路が、5 度から 10 度の樹脂角度の傾斜を付けてなる、請求項 1 に記載の抄紙ベルトを用いる紙の製造方法。

【請求項 4】

前記偏向通路が、六角形状に配置されたようにした、請求項 1 に記載の抄紙ベルトを用

いる紙の製造方法。

【請求項 5】

前記連続する組織領域が少なくとも 0.178 mm から 0.508 mm までの範囲にわたる最小幅を有するナックル領域を備える、請求項 4 に記載の抄紙ベルトを用いる紙の製造方法。

【請求項 6】

前記ナックル領域が、前記抄紙ベルトの前記紙ウェブ接触面の 20 % から 50 % までの範囲にわたるようにした、請求項 5 に記載の抄紙ベルトを用いる紙の製造方法。

【請求項 7】

前記偏向通路が、主軸を備え、前記抄紙ベルトが X - Y 面内で流れ方向を有し、前記主軸が、前記流れ方向と平行に向けられてなる、請求項 1 に記載の抄紙ベルトを用いる紙の製造方法。

10

【請求項 8】

前記偏向通路が、主軸を備え、前記抄紙ベルトが X - Y 面内で流れ方向を有し、前記主軸が、前記流れ方向に対して 22.5 ° ± 22.5 ° の傾斜角度を保つように斜めに向けられてなる、請求項 1 に記載の抄紙ベルトを用いる紙の製造方法。

【請求項 9】

前記偏向通路のアスペクト比が、1.3 から 1.7 までの範囲にわたるようにした、請求項 1 に記載の抄紙ベルトを用いる紙の製造方法。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

発明の分野

本発明は低密度で、柔らかく、しかも吸収性のある紙製品を抄造する抄紙機で使用する抄紙ベルトおよびそのベルトによって抄造される紙製品に関する。特に、本発明は模様を付けた樹脂構成物および強化構造物からなる抄紙ベルトおよびそのベルトによって抄造される、大きい厚さで低密度の紙製品に関する。

【0002】

発明の背景

紙のようなセルロース纖維ウェブはこの技術分野ではよく知られている。この纖維ウェブは、今日、ペーパタオル、トイレット・ティッシュ、化粧ティッシュ、ナプキンおよびその類似物のために普通に使用されている。このような紙製品への膨大な需要が基となって紙製品およびその製造方法を改良することに対する要望が発生している。

30

【0003】

消費者の要求に応じるためににはセルロース纖維ウェブは幾つかの特性を呈する必要がある。このためには、通常の使用中、比較的小さい引張り力が作用したとき、紙組織が裂けあるいは切断するのを防ぐのに十分な引張強さを備えていなければならない。このセルロース纖維ウェブは纖維構造によって液体を素早く吸収し、内部に十分に保留するように吸収性でなければならない。

【0004】

引張り強さとはセルロース纖維ウェブに備わる使用時に物理的な一体性を保持する能力のことである。引張り強さはセルロース纖維ウェブの坪量の関数とみることができる。

40

【0005】

吸収性とはセルロース纖維ウェブに備わる、接触させた液体を吸い上げ、保持する性質のことである。吸収性はセルロース纖維ウェブの密度によって影響を受ける。このウェブがあまりにも密であるとき、纖維間の隙間は小さくなり過ぎ、吸収率は意図した用途に応じられるほど十分に大きくならない。この隙間があまりにも大きくなると、接触させた流体の毛管引力は小さくなり、表面張力が制限するために流体をセルロース纖維ウェブによつて保持するのに妨げになる。

【0006】

このウェブは、また、使用時、触感として心地よく、ざらざらした感じを与えることのな

50

いように柔らかくなければならない。柔らかさとはセルロース纖維に備わる触感として使用者の皮膚に特に望ましい感じを与える能力のことである。柔らかさはセルロース纖維ウェブに備わる纖維ウェブの平面と垂直な方向への変形に逆らう能力に例外なく比例する。

【0007】

厚さはある機械的な圧力のもとで測定したセルロース纖維ウェブの厚さのことであり、坪量およびウェブ構造の関数とみることができる。強さ、吸収性および柔らかさはセルロース纖維ウェブの厚さによって影響を受ける。

【0008】

紙製品を製造する工程は、一般に、セルロース纖維を有する水性スラリーを準備し、続いて、初期ウェブを形成するために纖維を再配列する間に、同時発生的に、スラリーから水分を除去する工程を伴う。この脱水工程では、脱水を助ける多様な種類の機器類が利用されている。典型的な製造工程は抄紙スラリーを移動するエンドレスベルトの表面側に供給する長網ワイヤ抄紙機を使用している。このエンドレスベルトは最初の脱水を行い、纖維の再配列を果たす。

10

【0009】

初期ウェブを形成した後、紙ウェブはエンドレスベルト形態の乾燥ファブリックと呼ばれる別の織物上で乾燥工程を実施する。この乾燥工程は抄紙ウェブの機械的な圧搾、真空吸引、通気乾燥および他の種類の方法を含む。この乾燥工程中、初期ウェブはセルロース纖維が配列し、偏向して生じる特定の模様または形を帯びる。

【0010】

20

トロクハンに付与された1985年7月16日発行の米国特許第4,529,480号明細書は硬化された感光性樹脂構成物によって周りを囲われる多孔製織部材からなる抄紙ベルトを提案している。この樹脂構成物は偏向通路として知られる、分離している不連続の複数個の通路を備える。この工程で使用される抄紙ベルトは流体に圧力差を生じさせたとき、抄紙纖維が通路内に偏り、そこで再配列するので、偏向部材と呼ばれている。抄紙工程で抄紙ベルトを利用することは強さ、吸収性および柔らかさに関しては望ましい一定の特性を備える紙を抄造できる可能性をもたらした。

【0011】

米国特許第4,529,480号明細書に開示された方法を用いて抄造される紙は参考によってここに取り入れられる、トロクハンに付与された米国特許第4,687,859号明細書に説明されている。この紙は紙面の両側に配分された物理的に区別される2つの領域を備えることに特徴がある。一方の領域は比較的高密度で、大きい固有の強さを有する、連続する組織からなる領域である。他方の領域はその連続する組織によって完全に囲われる複数個のドームからなる領域である。後者の領域にあるドームは連続する組織領域と比べて比較的低密度で、比較的小さい固有の強さを備えている。

30

【0012】

このドームは、抄紙工程中、纖維が抄紙ベルトの偏向通路を満たすときに形成される。この偏向通路により紙ウェブが乾燥工程中に加圧されたとき、通路内にある纖維が密集してしまうのを防ぐことができる。結果として、ドームは厚さが増し、ウェブの纖維が密集した領域と比べて低密度で、固有の強さを備えることになる。したがって、紙ウェブの厚さはドームの固有の強さによって制限される。

40

【0013】

紙の乾燥が終了すると、直ちに、紙纖維の再配列および偏向が完了する。しかしながら、完成製品の種類に応じて紙はカレンダ処理、柔軟化、特殊加工のような追加工程を経る。これらの工程は紙のドーム領域を密にする傾向があり、厚さを減少させる。それゆえ、物理的に区別される2つの領域を有する紙製品においてはドーム内部に機械的な圧力に対して抵抗力を有するセルロース纖維構造を形成することを求められている。

【0014】

セルロース纖維ウェブを形成したとき、纖維はウェブのX-Y面内に主に配向され、この結果、Z方向の構造的な剛さはとるに足らない値となる。X-Y面内に配向された纖維が

50

機械的な圧力によって密集したとき、直ちに、これらの纖維は同時に加圧され、紙ウェブは厚みが減少する一方、密度が増加する。

【0015】

纖維のZ方向への配向によりウェブのZ方向の構造的な剛さを高めることができる。したがって、纖維のZ方向への配向を最大化することにより厚さを最大にすることが可能になる。

【0016】

偏向通路は纖維を通路の周辺部に沿って偏向させることによりZ方向への纖維の配向を生じさせる手段を提供する。纖維全体の偏向は纖維長さに関係のある偏向通路の大きさならびに形状により左右される。

10

【0017】

大きい偏向通路は通路開口よりも小さい纖維が通路の底部に蓄積するのを抑えられず、この結果、後から偏向通路内に降りてくる纖維が偏向するのを制限することになる。反対に、小さい通路は大きい纖維が通路開口に架橋してそこを塞いでしまうことから、纖維偏向が最小に留まる。

【0018】

偏向通路の形状も、また、纖維偏向に影響を及ぼす。たとえば、鋭角のコーナまたは小さい半径を形成している周辺部で構成した偏向通路では纖維偏向を最小にする纖維の架橋が発生する可能性がより大きくなる。纖維の架橋に影響を及ぼす多様な通路形状に関する実例についてはラスクらに付与された1997年10月21日発行の米国特許第5,679,222号明細書を参照する。

20

【0019】

したがって、本発明は纖維偏向およびZ方向に一致する纖維配向を最大化する大きさならびに形状に合わせて構成される連続する組織領域および不連続な複数個の偏向通路を備える抄紙ベルトを提供する。

【0020】

さらに、本発明は本質的に連続し、本質的、かつ巨視的に单一平面からなる組織領域および組織領域全体にわたって分散させた不連続な複数個のドームを備える紙ウェブを提供する。このドームは最適の厚さを生じる大きさならびに形状に合わせて構成される。

【0021】

30

発明の概要

本発明は低密度／大きい厚さの紙ウェブを抄造する、模様を付けた構成物を有する抄紙ベルトおよびそのベルトにより抄造される紙ウェブを対象とする。この抄紙ベルトは模様を付けた構成物を有する強化構造物を備える。この模様を付けた構成物は連続する組織領域および不連続な複数個の偏向通路を備える。この偏向通路は連続する組織領域によってお互いから分離している。

【0022】

この偏向通路は形状が全体的には長円形であり、偏向通路の平均幅WがL < W < 3Lの関係になるように、平均ウェブ纖維長さLに対して大きさを合わせている。この偏向通路は少なくとも約1.0から約2.0の範囲にわたるアスペクト比を有し、平均幅に対する最小半径の比が少なくとも約0.29から約0.5までの範囲にわたっている。

40

【0023】

偏向通路は単位面積あたりの通路の密集を最大化する一方、同時に、連続する組織領域の面積を最小化するように、六角形状に配置されている。この連続する組織領域は少なくとも約0.178mm(0.0007インチ)から約0.508mm(0.020インチ)までの範囲にわたる幅を有するナックル領域を備える。

【0024】

この抄紙ベルト上で抄造される紙は本質的、かつ巨視的に单一平面の組織領域および連続する組織領域全体にわたって分散し、その組織領域によってお互いから分離している、不連続な複数個のドームを備える。このドームは上述した全体的に長円形の偏向通路と同一

50

の形状および配置を帯びる。

【0025】

発明の詳細な説明

定義

ここで用いられるとき、次の用語は以下に述べる意味を有する。

M Dで示す流れ方向とは抄紙機器を通じて抄紙ウェブの流れる方向と平行な方向のことである。

C Dで示す幅方向とはX - Y面内において流れ方向と垂直な方向のことである。領域中心とは偏向通路の周辺部によって境界の定まる薄く均一な分散物集合体中心と一致する、偏向通路内の点のことである。 10

主軸とは偏向通路の領域中心を横切り、偏向通路の周辺部上の2点を結ぶ最長の軸のことである。

補助軸とは偏向通路の領域中心を横切り、偏向通路の周辺部上の2点を結ぶ最短の軸または幅のことである。

アスペクト比とは主軸長さの補助軸長さに対する比のことである。

偏向通路の平均幅とは偏向通路の領域中心を通り、偏向通路の周辺部上の2点を結んで引く直線の平均長さのことである。

曲率半径とは曲線上の1点に存在するその瞬間の曲率半径のことである。

曲線で囲われるとは曲線に付随することである。

直線で囲われるとは直線と付随することである。 20

Z方向高さとは強化構造物の抄紙側に向く面から延びる樹脂構成物の部分のことである。

平均纖維長とは重み付き平均纖維長のことである。

【0026】

明細内容には(1)本発明に係る抄紙ベルトおよび(2)本発明に係る完成紙製品に関する詳細な説明を含む。

【0027】

(1) 抄紙ベルト

図1に図式的に示す代表的な抄紙機では、本発明の抄紙ベルトはエンドレスベルト形態の抄紙ベルトを採用する。この抄紙ベルト10は紙と接する面11およびこの紙接触面11と反対側の背面12を有する。この抄紙ベルト10は形成物(初期ウェブ27および中間ウェブ29)に関係のある多様な工程で抄紙ウェブ(または“纖維ウェブ”)を搬送する。初期ウェブを形成する工程は、双方の特許明細書が参照によってここに取り入れられる、サンフォードおよびシゾンに付与された1974年1月31日発行の米国特許第3,301,746号明細書およびモーガンおよびリッチに付与された1976年11月30日発行の米国特許第3,994,771号明細書のような、多くの文献に説明されている。この抄紙ベルト10はリターンロール19a、19b、加圧ニップロール20、リターンロール19c、19d、19eおよびエマルジョン分配ロール21を回って方向矢印Bで示す方向に移動する。この抄紙ベルト10が移動するループには真空ピックアップシャー(PLUS)24aおよびマルチスロット真空ボックス24のような、初期ウェブ27に対して流体の圧力差を作用させる手段を備える。図1では、抄紙ベルト10は、また、プロースルードライヤ26のようなプレドライヤの周りを移動し、さらに加圧ニップロール20によって形成されるニップの間およびヤンキー乾燥ドラム28を通過する。 30

【0028】

本発明に係る抄紙ベルト10の好ましい実施例はエンドレスベルト10の形態であるが、これは、たとえば、ハンドシートを製造する場合に使用する固定プレートあるいは他の形式の連続工程において使用する回転ドラムを含む、エンドレスベルト以外の数多くの形態にも取り入れることができる。抄紙ベルト10が請求された本発明を実施するために採用する物理的な形態とは関係なく、一般に、本発明は以下に詳述される一定の物理的特性を有する。本発明の抄紙ベルト10は、参照によってここに取り入れられる、トロクハンらに付与された米国特許第5,334,289号明細書に従って製造することができる。 40

【 0 0 2 9 】

図2に示すように、本発明に従う抄紙ベルト10は主要な2つの構成要素；構成物30および強化構造物32を備える。この構成物30は、好ましくは、感光性高分子樹脂硬化物からなる。構成物30および抄紙ベルト10は抄紙ベルト10の紙接触面11を形成する第1の面11およびこの抄紙ベルト10を使用する抄紙機の方向に向く第2の面12を有する。

【 0 0 3 0 】

ここで用いられるとき、本発明の抄紙ベルト10（またはそのベルト上に置かれた紙ウェブ27）に関するX、YおよびZ方向とはデカルト座標系における方向のことである。本発明に従う抄紙ベルト10は巨視的に単一平面である。抄紙ベルト10の平面はそのX-Y方向を規定している。抄紙ベルト10のZ方向はX-Y方向および抄紙ベルト10の平面と垂直である。同様に、本発明に従う紙ウェブ27は巨視的に単一平面として考えることができ、X-Y面内にある。この紙ウェブ27のZ方向はX-Y面およびウェブ27の平面と垂直である。10

【 0 0 3 1 】

好ましくは、この構成物30は予め決められた模様の境界を定め、本発明の紙ウェブ27上にある適切な模様を圧痕形成するナックル域36を備える。構成物30のために特に好ましい模様は本質的に連続する組織である。構成物30のために好ましい本質的に連続する組織からなる模様を選ぶとするならば、不連続の偏向通路34は抄紙ベルト10の第1の面11から第2の面12にかけて延ばす。この本質的に連続する組織は偏向通路34を取り囲み、その境界を定める。20

【 0 0 3 2 】

この構成物30は構成物30の模様と同一の模様をそこに搬送された抄紙ウェブ27上に圧痕形成する。圧痕を形成するのはどのような場合も抄紙ベルト10と抄紙ウェブ27とがそれを刻印するのに十分な間隙を保つ2つの剛体面の間を通過するときに生じる。これは、一般に、2個のロールの間にあるニップで生じ、多くの場合、通常、抄紙ベルト10が紙をヤンキー乾燥ドラム28に移動させるときに生じる。圧痕の形成は加圧ロール20の位置で構成物30を抄紙ウェブ27に押し付けることによって生じる。

【 0 0 3 3 】

抄紙ベルト10の第1の面11はそこに搬送された紙ウェブ27と接触する。抄紙の搬送中に抄紙ベルト10の第1の面は構成物30に付けた模様と同一の模様を抄紙ウェブ27に形成する。30

【 0 0 3 4 】

抄紙ベルト10の第2の面12はその抄紙ベルト10の抄紙機接触面である。この第2の面は偏向通路34と異なる通路を有する背面組織で製作されている。この通路は抄紙ベルト10の第2の面の背面組織に不規則性を与える。この通路は抄紙ベルト10のX-Y面内で抄紙ベルト10の偏向通路34を通して必ずしもZ方向に流動させない空気漏洩を考慮したものである。このような背面組織を取り入れている抄紙ベルト10はスマルコスキーラに付与された1992年3月24日発行の米国特許第5,098,522号明細書、スマルコスキーラに付与された1994年11月15日発行の米国特許第5,364,504号明細書およびスマルコスキーラに付与された1993年11月9日発行の米国特許第5,260,171号明細書に従い製作される。これらの特許明細書の開示は参照によつてここに取り入れられる。40

【 0 0 3 5 】

本発明に従う抄紙ベルト10の第2の主要な構成要素は強化構造物32である。構成物30と同様に、この強化構造物32は第1の面または紙対向面13およびこの紙対向面と反対側の第2の面または抄紙機対向面12を有する。この強化構造物32は主として抄紙ベルト10の背中合わせの両面間に配置され、抄紙ベルト10の背面と面一の面を有する。強化構造物32は構成物30に対する支持を与える。この強化要素はこの技術分野でよく知られるように、典型的には、製織して作られている。強化構造物32の偏向通路34と50

重なる部分は抄紙の製造で使用する纖維が偏向通路 34 を完全に通り抜けてしまうのを防ぎ、これにより、ピンホールの発生を減少させることができる。仮に、強化構造物 32 に製織ファブリックを使用するのを望まないとすれば、不織要素、スクリーン、ネットまたは複数個の孔を有するプレートによって適切な強さおよび本発明の構成物 30 に対する支持を与えるようにしてもよい。

【0036】

図 3 に示すように、構成物 30 は強化構造物 32 と結合されている。構成物 30 は強化構造物 32 の紙対向面 13 から外方向に延びている。強化構造物 32 は構成物 30 に強度を生じさせ、紙製造工程で使用される真空脱水機器が初期ウェブ 27 から水分を除去し、除去した水分を抄紙ベルト 10 から排出する機能を適切に果たすために突出させた適当な開口域を有する。10

【0037】

本発明による抄紙ベルト 10 はその開示が参考によってここに取り入れられる、次の特許明細書のいずれかに従い製造される。これはジョンソンらに付与された 1985 年 4 月 30 日発行の米国特許第 4,514,345 号明細書、トロクハンに付与された 1985 年 7 月 9 日発行の米国特許第 4,528,239 号明細書、スマルコスキーらに付与された 1992 年 3 月 24 日発行の米国特許第 5,098,522 号明細書、1993 年 11 月 9 日発行の米国特許第 5,260,171 号明細書、トロクハンに付与された 1994 年 1 月 4 日発行の米国特許第 5,275,700 号明細書、ラスクらに付与された 1994 年 7 月 12 日発行の米国特許第 5,328,565 号明細書、トロクハンらに付与された 1994 年 8 月 2 日発行の米国特許第 5,334,289 号明細書、ラスクらに付与された 1995 年 7 月 11 日発行の米国特許第 5,431,786 号明細書、ステルジェスジュニアらに付与された 1996 年 3 月 5 日発行の米国特許第 5,496,624 号明細書、トロクハンらに付与された 1996 年 3 月 19 日発行の米国特許第 5,500,277 号明細書、トロクハンらに付与された 1996 年 5 月 7 日発行の米国特許第 5,514,523 号明細書、トロクハンらに付与された 1996 年 9 月 10 日発行の米国特許第 5,554,467 号明細書、トロクハンらに付与された 1996 年 10 月 22 日発行の米国特許第 5,566,724 号明細書、トロクハンらに付与された 1997 年 4 月 29 日発行の米国特許第 5,624,790 号明細書、エヤースらに付与された 1997 年 5 月 13 日発行の米国特許第 5,628,876 号明細書、ラスクらに付与された 1997 年 10 月 21 日発行の米国特許第 5,679,222 号明細書およびエヤースらに付与された 1998 年 2 月 3 日発行の米国特許第 5,714,041 号明細書である。2030

【0038】

ある特定の密集度を有する紙ウェブを抄造する能力はそのウェブの厚さの関数とみることができる。厚さとはある一定の機械的圧力のもとで測定したセルロース纖維ウェブのみかけ上の厚さのことである。厚さはウェブの坪量およびウェブ構造の関数とみることができる。坪量は紙の 278.7 平方メートル (3000 平方フィート)あたり 0.4536 kg (1.00002 ポンド) 単位の重さである。ウェブ構造は抄紙ウェブ 27 を構成する纖維の配向および密度に関係がある。

【0039】

紙ウェブ 27 を構成する纖維は、典型的には、X-Y 面内に配向されており、Z 方向の構造的な支持は最小に留まる。それゆえ、紙ウェブ 27 が模様を付けた構成物 30 によって押し付けられると、紙ウェブ 27 が密集し、厚みの減少した模様のある高密度の領域を生じる。反対に、紙ウェブ 27 の偏向通路 34 と重なっている部分は密集することなく、結果として、厚さがより厚く、低密度の領域を生じる。40

【0040】

ドームと呼ばれる低密度領域は紙ウェブ 27 にみかけ上の厚さを付与する。典型的なドームを構成する纖維は紙ウェブ 27 の X-Y 面内に主に配向されるので、この纖維による Z 方向の支持はとるに足りない値である。したがって、ドームは著しく変形し易くなり、後に続く抄紙操作中、厚みが小さくなる。それゆえ、紙ウェブ 27 の厚さは、一般に、ドーム

10

20

30

40

50

ムに備わる機械的圧力に逆う力によって制限される。

【0041】

しかしながら、偏向通路34は纖維を周辺部38に沿ってZ方向に偏向させる手段を提供する。纖維偏向はZ方向成分を含む、纖維の配向を生じる。このような纖維配向は抄紙ウェブのみかけ上の厚さを増すだけでなく、紙製造工程全体を通じて紙ウェブ27がその厚みを維持できる、Z方向の構造的な剛さを一定量増大させる。したがって、本発明の場合、偏向通路34については纖維が周辺部38に沿って偏向するのを最大化するように、大きさならびに形状を合わせて構成する。

【0042】

初期ウェブ27からの水分の除去は纖維50が偏向し、偏向通路34内に入ったときに始まる。この水分の除去は纖維が偏り、再配列した後に、纖維を所定の位置に固定するのに役立つ纖維の流動性を減少させる。偏向通路34に入る纖維の偏りは初期ウェブ27に作用させる流体の圧力差によって生じる。圧力差を生じさせる好ましい一つの方法は初期ウェブ27を偏向通路34を介して真空にさらすことである。図1では、好ましい方法として真空ピックアップシュー24aを使用することを示している。

10

【0043】

理論に拘束されることなく、偏向通路34に係わりのある初期ウェブ27の纖維の再配列は、一般には、纖維長を含む、多くの要因により左右される、2つのモデルのうち、1つを取ると考える。図4に図式的に示すように、長さの長い纖維50の両端は纖維50の中間域が偏向通路34の内部に十分に偏らないで曲がった状態でナックル36の上面に拘束されている。それゆえ、偏向通路34の“架橋”が発生する。これに代わるものでは、図5に示すように、纖維50（主に、長さが短い纖維）は、偏向が起こるとすれば、少しだけ、纖維50の山を生じて偏向通路34内に蓄積され、後から続いて偏向通路34に降りてくる纖維が偏向するのを最小に留めている。

20

【0044】

纖維配向は紙ウェブの曲げに対する抵抗の関数とみることができる。ウェブの曲げ剛さは2つの要因；（1）個別の纖維の曲げ剛さおよび（2）纖維同士の結合強さによって左右される。しかしながら、真空ピックアップシュー24aの箇所ではウェブは湿潤状態にあり、纖維同士の結合はウェブに含まれる多量の水分によって良好に果たされない。それゆえ、主な要因は個別纖維の曲げ剛さということになる。この纖維の曲げ剛さが大きくなればなるほど、纖維偏向はさらに小さくなる。

30

【0045】

纖維の偏向は纖維50の固有の曲げ剛さに依存するとしても、偏向の大きさは主として纖維50が偏向通路34の幅に架橋するのに十分な長さがあるか、否かによって決まる。図6および図7は纖維偏向における2つの可能な背景について示している。図6では、纖維50は点Aに固定され、偏向通路34の開口の上方で片持ちばかりの状態にある。この纖維50に対して真空のような均一な荷重が作用すると、点Aに高い曲げモーメント、点Bに次式によって定まるたわみを生じる。

【0046】

$$f_B = F L^3 / 8 EI \quad (1)$$

40

ここで、 f_B ：点Bにおけるたわみ量

F ：纖維長さにわたって均一に分布する力

L ：支持点からの纖維長さ

E ：縦弾性係数

I ：慣性モーメント

図7において、纖維セグメント50は偏向通路の幅よりも長さが長く、この結果、2つの固定点A、Bを生じる。纖維セグメント50が同じ真空圧を受けるとすれば、点A、B箇所の支持力は偏心曲げモーメントを生じ、点Cに次式によって定まる纖維のたわみを生じる。

【0047】

50

$$f_c = F L^3 / 384 EI \quad (2)$$

ここで、 f_c は点 C における纖維のたわみ量である。

【0048】

パラメータ F、L、E および I について図 6 および図 7 に示す纖維に対して同一であると仮定すると、纖維のたわみ量 f_B は纖維のたわみ量 f_c よりも 48 倍大きいことは明らかである。

【0049】

$$f_B = 48 f_c \quad (3)$$

したがって、纖維偏向は纖維の架橋の発生を最小にするために偏向通路 34 について大きさを合わせることによって高めることができる。しかしながら、偏向通路は、また、その大きさについて偏向通路 34 の内部に蓄積することのできる、紙料中の小さい纖維の一群、したがって、多量の纖維が偏向通路 34 の内部に偏るのを抑えることにより制限する。
10

【0050】

紙料は、通常では、広葉樹および針葉樹の双方を含む。広葉樹纖維の一例はユーカリ樹 (EUC) 材であり、一方、針葉樹纖維の一例は ノーザン・ソフトウッド・クラフト (NSK) 材である。紙料の一例は重量比で針葉樹 30 % および広葉樹 70 % からなる。針葉樹の平均纖維長は広葉樹の平均纖維長の約 3 倍であるので、針葉樹の平均纖維長に対して偏向通路の大きさを合わせることは偏向通路がより小さい広葉樹纖維の蓄積に著しく影響され易くなり、このため、より長い纖維の偏向を制限する。したがって、偏向通路の幅 W は紙料の平均纖維長 \underline{L} に対して大きさを合わせることが好ましい。
20

【0051】

$$W \underline{L} \quad (4)$$

本発明の場合、平均纖維長は次式によって定まる平均纖維長を比較考量した長さである。

【0052】

【数1】

$$\underline{L} = \frac{\sum n_i \underline{L}_i^2}{\sum n_i \underline{L}_i} \quad (5)$$

【0053】

ここで、 \underline{L}_i : クラス i の平均纖維長

n_i : クラス i の測定された纖維数

本発明の場合、長さ加重平均纖維長は約 1.092 mm (0.043 インチ) である。

【0054】

図 9 および図 10 に示すように、偏向通路 34 は可変または一定のどちらかの幅を有する、異なる多様な形状を採用することができる。可変の幅を有する通路形状は主軸 40、補助軸 42 および平均幅 46 の条件について規定する。主軸 40 は偏向通路の領域中心を横切る最長軸または最大幅、補助軸 42 は偏向通路の領域中心を横切る最短軸および平均幅 46 は偏向通路の領域中心を横切る平均幅として定義する。
40

【0055】

この平均幅 46 は、初めに、CD 方向に領域中心を通り、偏向通路の周辺部上の 2 点を結んで引く線の長さを測定することにより決定する。(15 度または CD を表わす 0° から 165° までの範囲よりも小さい角度のような) CD に対して角度 の増分を保って方向を定めた類似する線の長さを測定し、平均幅を決めるために平均を求める。

【0056】

纖維の架橋は補助軸 42 に沿って起こることが最も予想されるので、平均纖維長さ \underline{L} に対して偏向通路 34 の最小幅について次のように大きさを合わせることは好ましい。

【0057】

10

20

30

40

50

$$W_{\min} \leq L \quad (6)$$

したがって、本発明の場合、好ましい最小通路幅は少なくとも約 1.092 mm (0.043 インチ) である。

【0058】

小さい纖維の蓄積は偏向通路の長軸および短軸 40、42 の双方に沿って起こるので、双方の軸 40、42 のどちらに対しても纖維の蓄積を最小にし、纖維の偏向を最大化する上限を定めることは難しい。しかしながら、本発明の場合、平均幅 46 が平均纖維長さ L と平均纖維長さ L を 3 倍した値との間にあるように偏向通路 34 について大きさを合わせたとき、結果的に最大の厚さを得ることができることを見出した。

【0059】

$$L < W < 3L$$

したがって、本発明の場合、平均通路幅は約 1.092 mm (0.043 インチ) から約 3.277 mm (0.129 インチ) の範囲にわたるように偏向通路について大きさを合わせることが好ましい。

【0060】

紙ウェブ 27 はほぼ 2 次元の纖維組織である。理想的な纖維組織は纖維配向が特定の方向に偏らない、ばらばらな分布からなる。このような理想的な纖維の場合、平均纖維長さ L はすべての方向において同一である。

【0061】

しかしながら、纖維組織は、典型的には、特定の方向に偏っている纖維配向を持つ紙ウェブとして配列されている。このような偏った組織の場合、平均纖維長は紙ウェブ 27 の X-Y 面内で配向角度に見合って変化する。このような平均纖維長 L は次のように表わすことができる。

【0062】

【数 2】

$$\underline{L}_{\theta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{\theta i} \quad (7)$$

20

30

【0063】

ここで、 θ : CD に対する X-Y 面内の配向角度

$L_{\theta i}$: X-Y 面内で配向角度 θ である成分の纖維の長さ

\underline{L}_{θ} : X-Y 面内で配向角度 θ であるときの平均纖維長

n : X-Y 面内で配向角度 θ で測定された纖維数

本発明の場合、2 次元纖維組織を構成している纖維 50 は主に流れ方向 MD に配向することができる。したがって、流れ方向の平均纖維長は幅方向 CD の平均纖維長よりも大きくなる。

【0064】

【数 3】

40

$$\underline{L}_{MD} > \underline{L}_{CD} \quad (8)$$

【0065】

上記式 (4) から次の結果を得ることができる。

【0066】

$$W_{MD} > W_{CD} \quad (9)$$

したがって、図 11 に示すように、偏向通路 34 について主軸 40 が抄紙ベルトの流れ方向と平行に移動するように向けることは好ましい。しかし、纖維配向が、典型的には、流

50

れ方向MDに偏っているので、当業者は、図12に示すように、主軸40をMDに対して $22.5^\circ \pm 22.5^\circ$ の傾斜角度を保つように斜めに向けてよいと理解することができる。

【0067】

偏向通路の形状は主軸40と補助軸42との比として定義する、アスペクト比 R_A の条件について規定する。纖維の最大の偏向を得るために上記式(8)および式(9)からアスペクト比を次のように規定する。

【0068】

【数4】

10

$$R_A = \frac{\underline{L}_{MD}}{\underline{L}_{CD}} = \frac{W_{MD}}{W_{CD}} \quad (10)$$

【0069】

しかしながら、纖維が偏向通路34内にまさに偏る前のウェブ状態においてはX-Y面内で抄紙ウェブの特定方向の平均纖維長を測定することは実用的でない。したがって、最大の纖維の偏向をもたらす通路形状に対する好ましいアスペクト比を決定するために纖維長の関数である紙ウェブの固有の物理的特性を考慮する必要がある。

20

【0070】

紙ウェブ27の物理的特性は主として紙ウェブ27のX-Y面内での纖維配向に影響を受ける。たとえば、流れ方向MDに偏った纖維配向を有する紙ウェブ27においては引張り強さではCDよりもMDが強く、伸びではMDよりもCDが大きく、さらに曲げ剛さではCDよりもMDが大きい。

【0071】

纖維配向に加えて、紙ウェブの引張り強さはX-Y面内で特定の方向に配向された纖維の長さに比例する。したがって、流れ方向MDおよび幅方向CDのウェブ引張り強さはMDおよびCDの平均纖維長に比例する。

【0072】

30

$T_{MD} \cdot CD$ (引張り強さ) $\perp_{MD} \cdot CD$ (11)

したがって、式(8)から次の結果を得ることができる。

【0073】

$T_{MD} > T_{CD}$ (12)

さらに、式(10)の $\underline{L}_{MD} / \underline{L}_{CD}$ に T_{MD} / T_{CD} を代入することによって通路形状を規定する、アスペクト比 R_A を次のように表わすことができる。

【0074】

【数5】

$$R_A = \frac{T_{MD}}{T_{CD}} = \frac{W_{MD}}{W_{CD}} \quad (13)$$

40

【0075】

流れ方向MDおよび幅方向CDの紙ウェブ27の引張り強さはスイング-アルバート社(Thwing-Albert Co., ペンシルベニア州、フィラデルフィア)によって製造される、スイング-アルバート インテレクトII標準引張り試験機を用いて測定した。最大の纖維偏向およびZ方向に一致する厚さの発生をもたらす、好ましい通路形状は1から約2までのアスペクト比を有する。より好ましい通路形状は約1.3から1.7まで

50

の範囲のアスペクト比を有する。最も好ましい通路形状は 1.4 から 1.6 までの範囲のアスペクト比を有する。

【0076】

偏向通路 34 の形状は通路幅を横切って生じる纖維の架橋を最小化するために重要であるだけでなく、通路壁を備えた周辺部 38 に沿って架橋する纖維を最小化するために重要である。纖維を架橋する特別の指定箇所には隙間のない半径または鋭角のコーナを形成する通路壁を備えるようにする。このような目的のために好ましくない通路形状の例は図 8a および図 8b に示されている。

【0077】

図 9 および図 10 に示すように、本発明にとって好ましい通路形状の一つは、これに限られないが、円形、橢円および 6 またはそれ以上の面からなる多角形を含む、全体的には、長円形からなる。図 9 は個別の側壁セグメント 44 からなる直線で囲われた周辺部を有する、長円形の偏向通路を示している。このような通路形状の場合、周辺部に沿う纖維の架橋は少なくとも約 120° の隣接する 2 つの側壁セグメントのなす夾角 39 を与えることによって最小化することができる。

【0078】

図 10 は偏向通路の中心に向けて凹ませた曲線からなる周辺部を有する、長円形の偏向通路を示している。この曲線からなる周辺部は最小半径 48 を備える。同様に、周辺部に沿う纖維の架橋は平均通路幅に対する最小半径 48 の比が少なくとも 0.29 に等しく、0.50 よりも大きくならない形状に制限することで、最小化することができる。

【0079】

【数 6】

$$0.29 \leq \frac{r_{\text{curv}(\min)}}{W} \leq 0.50 \quad (14)$$

【0080】

図 13 に示すように、理想的には、ナックル 36 上面の紙ウェブ 27 は伸び量が零であり、これに対して、偏向通路 34 の上方の紙ウェブ 27 は通路内に十分に偏り、次の平均伸び量 を生じる。

【0081】

【数 7】

$$\varepsilon = \frac{2OB}{W} \quad (15)$$

【0082】

ここで、 ε : 平均伸び量

OB : Z 方向高さ

W : 通路幅

限界伸び量は抄紙ウェブ 27 が破断したときの値に基づいて決定する。伸び量が抄紙ウェブ 27 の限界伸び量よりも大きいならば、纖維組織は破断し、ウェブ内にピンホールが発生する。抄紙ウェブ 27 の限界伸び量は纖維長さおよび纖維配向のような纖維組織の特性に依存する。面同士の結合は真空ピックアップシューの箇所ではウェブが湿潤状態にあり、面同士の結合が良好に保たれないので、限界伸び量を高めることには殆ど役割を果たせ

10

20

30

40

50

ない。

【0083】

抄紙ウェブ27が偏向通路34に偏るときの合計距離はZ方向高さ60により左右される。抄紙ウェブの限界伸び量はOB60に正比例して増減するので、OB60は抄紙ウェブ27の限界伸び量によって制限するという、結論に達する。したがって、式(15)からOBに対する合理的な範囲は次のように表わすことができる。

【0084】

【数8】

$$OB \leq \frac{\varepsilon_{\text{critical}}}{2} W \quad (16)$$

10

【0085】

この限界伸び量 $\varepsilon_{\text{critical}}$ は纖維長、纖維配向および坪量が係わる取り扱いの複雑な関数である。定性的には、この限界伸び量は纖維長および / または坪量が大きくなつたとき増加する。本発明の場合、最大のウェブ偏向を得るのに好ましいZ方向高さは少なくとも約 0.127 mm (0.005 インチ) から約 0.991 mm (0.039 インチ) までの範囲にわたる。

20

【0086】

紙ウェブが偏向通路内で受ける合計偏向量は、また、主に模様を付けた構成物のナックル / 通路界面を形成している角度によって決定する。この紙ウェブの偏向角度62はZ方向に対するナックル / 通路界面地点でのウェブ角度として定義される。図14に紙ウェブの偏向する様子を示している。ナックル / 通路界面で蓄積する纖維50は纖維が外部の押し付け力に耐えることのできる支持構造を与えるのを可能にする、Z方向成分を備えるように配向される。ナックル / 通路界面でZ方向と平行に配向される纖維は最大の支持を与えることができる。しかしながら、抄紙ウェブ27は無限には曲がらないので、偏向通路34の輪郭に完全には従うことができない。そのうえ、製造上の制約のために偏向通路の側壁は傾斜しており、ナックル / 通路界面に樹脂角度64を生じる。さらに、偏向角度62が樹脂角度64よりも小さくならないことから、樹脂角度64はウェブの偏向を制限する。本発明の場合、樹脂角度64は、好ましくは、5度から10度の範囲で傾斜させる。このウェブ偏向角度は、典型的には、約20度から約50度の範囲である。

30

【0087】

多様な工程を通じて紙に外力が作用したとき、ナックル / 通路界面にある纖維から支持力に従って反力が生じるので、この領域の纖維数が多くなるほど、一段と支持力を高め、厚さを大きくすることができます。この移行域の纖維50の数はナックル / 通路界面の合計周囲長さ38を最大化することにより最適にすることができる。これは単位面積当たりの偏向通路34の数を最大化すること、またはナックル36の割合を最小化することと等価である。理論的には、偏向通路34は極値まで数を増すことができる。しかしながら、図11および図12に示すように、偏向通路34と分離しているナックル36は樹脂を第2の要素32と確実に固着させるための最小幅52を備えることを求められる。本発明の場合、好ましい最小ナックル幅52は少なくとも約0.178 mm (0.007 インチ) から約0.508 mm (0.020 インチ) までの範囲にわたる。

40

【0088】

さらに、単位面積あたりの偏向通路34の数はこれを効率よく配置し、無駄なく詰めることにより最大化することができる。偏向通路34の好ましい配置は、図11および図12に示すように、六角形状に形成することである。

【0089】

(2) 抄紙

50

本発明の紙 8 0 は 2 つの主要な領域を備える。第 1 の領域は抄紙ベルト 1 0 の構成物 3 0 に当てて圧痕を形成される圧痕形成域 8 2 からなる。この圧痕形成域 8 2 は、好ましくは、本質的に連続する組織からなる。紙 8 0 の第 1 の領域を構成している連続組織 8 2 は抄紙ベルト 1 0 の本質的に連続する構成物 3 0 上に形成され、そして、紙製造中、所定の位置で、幾何学的には、全体的にそれと一致し、それと極接近して配置される。

【 0 0 9 0 】

紙 8 0 の第 2 の領域は組織領域 8 2 の全体にわたって分散させた複数個のドーム 8 4 からなる。このドーム 8 4 は、紙製造中、所定の位置で、幾何学的には、抄紙ベルト 1 0 の偏向通路 3 4 と全体的に一致している。ドーム 8 4 内の纖維は、紙製造工程中、構成物 3 0 の紙対向面と強化構造物 3 2 の紙対向面との間で偏向通路 3 4 に従い Z 方向に偏向する。結果として、ドーム 8 4 は紙 8 0 の連続する組織領域 8 2 から外方向に突出する。このドーム 8 4 は、好ましくは、不連続で、連続する組織領域 8 2 によってお互いから分離している。

【 0 0 9 1 】

理論に拘束されることなく、紙 8 0 のドーム 8 4 および本質的に連続する組織領域 8 2 は、一般に、同等の坪量を有すると考える。ドーム 8 0 の密度は偏向通路 3 4 内に偏ることで、本質的に連続する組織領域 8 2 の密度と比べて減少する。さらに、本質的に連続する纖維領域 8 2 (または選択されるような、他の模様) については後工程で、たとえば、ヤンキー乾燥ドラムに当てて圧痕を形成してもよい。このような圧痕形成によりドーム 8 4 の密度と比べて本質的に連続する纖維領域 8 2 の密度をさらに高めることができる。こうして得られる紙 8 0 は後工程において、この技術分野でよく知られるように、エンボス加工する。

【 0 0 9 2 】

本発明に従う紙 8 0 は、その開示が参照によってここに取り入れられる、トロクハンに付与された 1985 年 7 月 16 日発行の米国特許第 4,529,480 号明細書、トロクハンに付与された 1987 年 1 月 20 日発行の米国特許第 4,637,859 号明細書、スマルコスキーらに付与された 1994 年 11 月 15 日発行の米国特許第 5,364,504 号明細書、トロクハンらに付与された 1996 年 6 月 25 日発行の米国特許第 5,529,664 号明細書、ラスクらに付与された 1997 年 10 月 21 日発行の米国特許第 5,679,222 号明細書に従い製造することができる。

【 0 0 9 3 】

X - Y 面内にあるドーム 8 4 の形状は、これに限られないが、円形、橍円形および 6 ないしそれ以上の面からなる多角形を含む。好ましくは、ドーム 8 4 は曲線または直線のどちらかで囲う周辺部 8 6 を備える、全体的には長円形からなる。曲線で囲う周辺部 8 6 はドームの平均幅に対する最小半径の比が少なくとも約 0.29 から約 0.50 までの範囲にわたる最小半径を備える。直線で囲う周辺部 8 6 は隣接する 2 つの側壁セグメントのなす夾角が少なくとも約 120 度になるように側壁セグメントの数を決めて構成する。

【 0 0 9 4 】

大きい厚さを有する紙 8 0 を提供するにはウェブの単位面積あたりの Z 方向の纖維数を最大化する必要がある。纖維が Z 方向に向くとき、その大部分は纖維配向が起こるドーム 8 4 の周辺部 8 6 に沿って配向する。それゆえ、紙ウェブにおける Z 方向への纖維配向および Z 方向に一致する厚さは主に単位面積あたりのドームの数により左右される。

【 0 0 9 5 】

図 15 に示すように、単位面積あたりのドーム 8 4 の数はドームを効率よく並ばせ、無駄なく配置することで果たす、隣接するドーム間の距離を最小に保つことにより最大化する。本発明の場合、ドーム 8 4 間の好ましい最小距離 8 8 は少なくとも約 0.178 mm (0.007 インチ) にあり、 0.508 mm (0.020 インチ) よりも大きくない。この好ましいドーム 8 4 の配置は六角形状に形成している配置である。

【 0 0 9 6 】

紙 8 0 の単位面積あたりのドーム 8 4 の数は上述した偏向通路の大きさならびに形状によ

10

20

30

40

50

り左右される。本発明の場合、ドーム 84 の好ましい平均幅は少なくとも約 1.092 m m (0.043 インチ) であり、約 3.277 mm (0.129 インチ) よりも小さい。ドームにとって好ましい長円形とは 1.0 から約 2.0 までの範囲のアスペクト比を有する長円形である。より好ましい長円形は約 1.3 から 1.7 までの範囲のアスペクト比を有する。最も好ましい長円形は 1.4 から 1.6 までの範囲のアスペクト比を有する。

【0097】

紙ウェブの厚さは、典型的には、直径 5.08 cm (2 インチ) の円形プレッサフートを使用して 6.4516 cm² (1 平方インチ)あたり 95 g の圧力を掛け、3 秒の静止時間を置いた後に測定した。この厚さはスイング - アルバート社 (Swing-Albright Co., ペンシルベニア州、フィラデルフィア) によって製造される、スイング - アルバート厚み試験機 (モデル 89-100) を用いて測定することができる。この厚さは米国紙パルプ技術協会 (TAPPI) 試験方法の指定温度および湿度条件のもとで測定した。

【0098】

本発明の場合、厚さは 2 プライからなる紙ウェブについて測定した。2 プライ紙ウェブの厚さは、好ましくは、0.508 mm (20 ミル) から 1.016 mm (40 ミル) の間である。より好ましい 2 プライ紙ウェブの厚さは 0.965 mm (38 ミル) から 1.168 mm (46 ミル) の間である。最も好ましい 2 層抄紙ウェブの厚さは 0.635 mm (25 ミル) から 0.762 mm (30 ミル) の間である。

【0099】

本発明の特定の実施例が図示され、かつ説明されたが、当業者をもってすれば本発明の範囲および意図したところから離れずに多様な変更ならびに変形がなし得ること明らかである。添付の請求の範囲は本発明の範囲内にあるこうした変更ならびに変形のすべてを含むことを意図する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は本発明に係る抄紙ベルトを使用する抄紙機の一実施例を示す図式的側面図である。

【図 2】 図 2 は強化構造物と結合され、かつ長円形に形成される偏向通路の紙側面開口を有する樹脂構成物を表わす、本発明に係る抄紙ベルトの一部を示す平面図である。

【図 3】 図 3 は図 2 の 3-3 線に沿う抄紙ベルトの一部を示す縦断面図である。

【図 4】 図 4 は偏向通路に架橋する纖維を表わす、図 3 に示す抄紙ベルトの一部を示す縦断面図である。

【図 5】 図 5 は偏向通路の底部に集まる纖維を表わす、図 3 に示す抄紙ベルトの一部を示す縦断面図である。

【図 6】 図 6 は纖維偏向を示すために偏向通路の開口の上方で片持ちはりの状態にたわむ纖維を表わす、図 3 に示す抄紙ベルトの一部を示す縦断面図である。

【図 7】 図 7 は纖維偏向を示すために偏向通路に架橋した纖維を表わす、図 3 に示す抄紙ベルトの一部を示す縦断面図である。

【図 8 a】 図 8 a は纖維の架橋を生じ易い隙間のない半径または鋭角のコーナーを有する通路形状を示す平面図である。

【図 8 b】 図 8 b は纖維の架橋を生じ易い隙間のない半径または鋭角のコーナーを有する通路形状を示す平面図である。

【図 9】 図 9 は直線で囲われる周辺部を有する、長円形通路を示す図式的平面図である。

【図 10】 図 10 は曲線で囲われる周辺部を有する、長円形通路を示す図式的平面図である。

【図 11】 図 11 は抄紙ベルトの流れ方向と平行に向ける主軸を備えた六角形状に配置される偏向通路を示す図式的平面図である。

【図 12】 図 12 は抄紙ベルトの流れ方向に対して斜めに向ける主軸を備えた六角形状に配置される偏向通路を示す図式的平面図である。

10

20

30

40

50

【図13】 図13は纖維の偏向通路への偏向を表わすと共に、通路幅、通路のZ方向高さおよびウェブの伸び量についての関係を示す、図3に示す抄紙ベルトの一部を示す縦断面図である。

【図14】 図14は纖維の偏向通路への偏向を表わすと共に、ウェブ偏向角度およびナックル／通路開口界面を形成している角度の間の関係を示す、図3に示す抄紙ベルトの一部を示す縦断面図である。

【図15】 図15は六角形状に配置されるドームを有する、抄紙ウェブを示す図式的平面図である。

【図16】 図16は図15の16-16線に沿う、抄紙ウェブの一部を示す縦断面図である。

【図1】

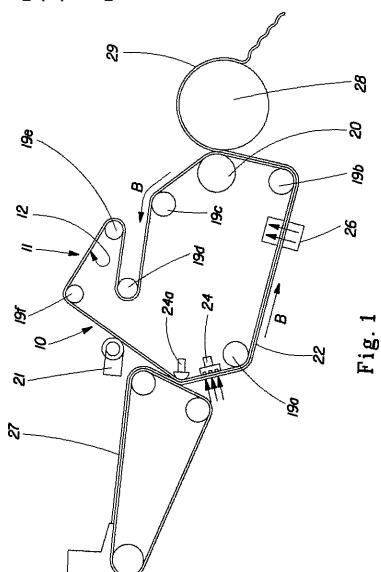


Fig. 1

【図2】

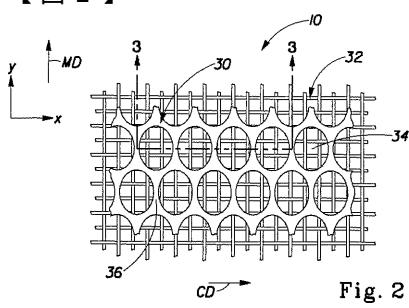


Fig. 2

【図3】

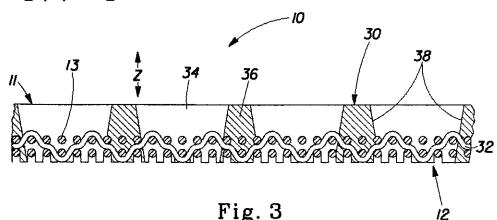


Fig. 3

【図4】

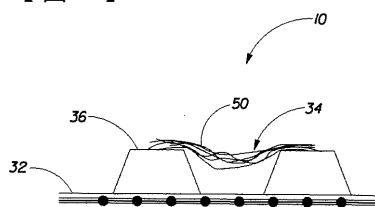


Fig. 4

【図5】

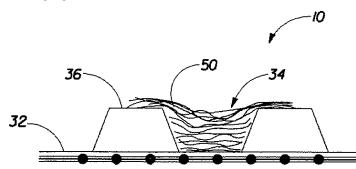


Fig. 5

【図 6】

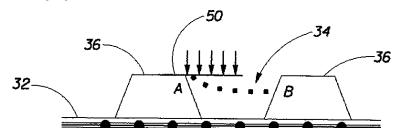


Fig. 6

【図 7】

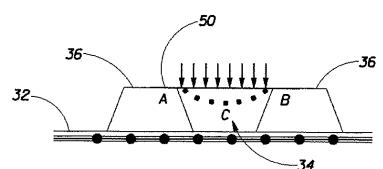


Fig. 7

【図 8 a】

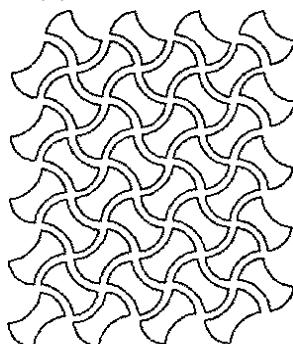


Fig. 8a

【図 8 b】

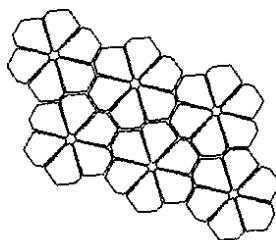


Fig. 8b

【図 9】

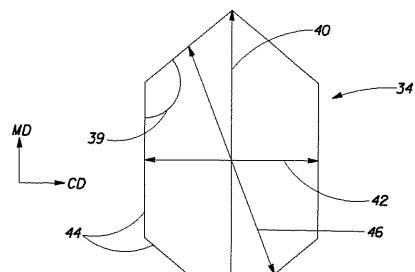


Fig. 9

【図 10】

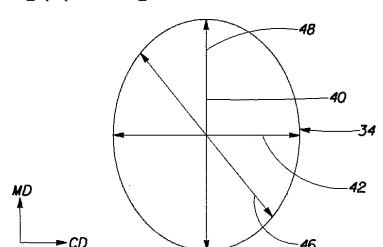


Fig. 10

【図 11】

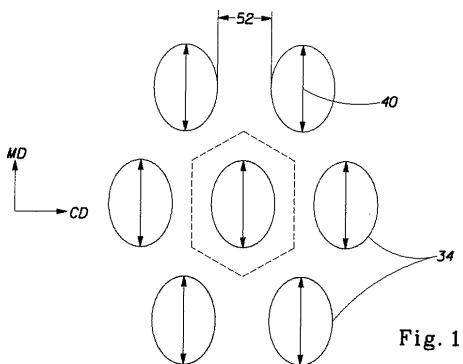


Fig. 11

【図 12】

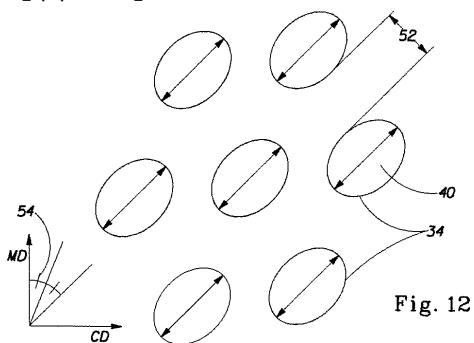


Fig. 12

【図 1 3】

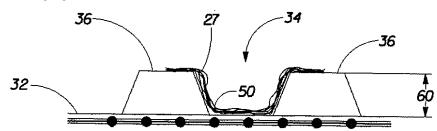


Fig. 13

【図 1 6】

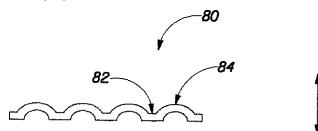


Fig. 16

【図 1 4】

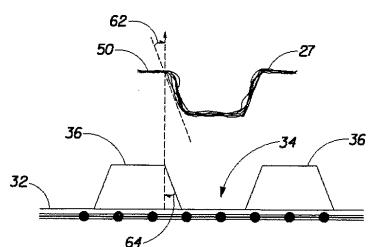


Fig. 14

【図 1 5】

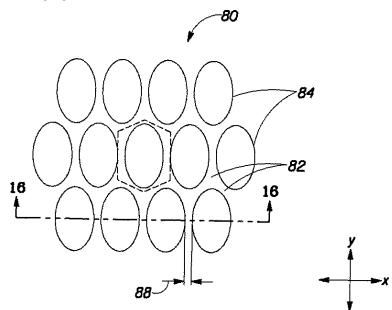


Fig. 15

フロントページの続き

(72)発明者 ザンギ・ヤンピング

アメリカ合衆国 オハイオ州, ミドルタウン, レインウッド・コート, 6855

(72)発明者 ピンソン・ケネス・ダグラス

アメリカ合衆国 オハイオ州, ワイオミング, ワイオミング・アベニュー, 303

審査官 山崎 利直

(56)参考文献 特表平05-506277 (JP, A)

特表平05-506893 (JP, A)

特表平08-511068 (JP, A)

特表平08-505663 (JP, A)

特表平07-505685 (JP, A)

特開平09-158093 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

D21F 1/00-13/12

D21H11/00-27/42