

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5248314号

(P5248314)

(45) 発行日 平成25年7月31日 (2013. 7. 31)

(24) 登録日 平成25年4月19日 (2013. 4. 19)

(51) Int. Cl.	F 1
D 2 1 B 1/04 (2006. 01)	D 2 1 B 1/04
B 0 2 C 19/20 (2006. 01)	B 0 2 C 19/20 Z
B 2 7 L 11/08 (2006. 01)	B 2 7 L 11/08 Z

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-514132 (P2008-514132)	(73) 特許権者	507009216
(86) (22) 出願日	平成18年6月5日 (2006. 6. 5)		メッツォ パーパー インコーポレイテッ ド
(65) 公表番号	特表2009-528912 (P2009-528912A)		フィンランド国 00130 ヘルシンキ ファビアニンカトゥ 9アー
(43) 公表日	平成21年8月13日 (2009. 8. 13)	(73) 特許権者	507221357
(86) 国際出願番号	PCT/FI2006/000178		エムーリアル オイユ
(87) 国際公開番号	W02006/128960		フィンランド国, 02100 エスポー, レヴオントゥレンティエ 6
(87) 国際公開日	平成18年12月7日 (2006. 12. 7)	(73) 特許権者	507393470
審査請求日	平成21年4月27日 (2009. 4. 27)		ミリコスキ オイユ
(31) 優先権主張番号	60/686, 919		フィンランド国, 46800 アンヤラン コスキ, ミリコスケンティエ 1
(32) 優先日	平成17年6月3日 (2005. 6. 3)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 木材の機械解繊のための方法と装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

解繊表面上の摩砕手段により木材の解離と木材から繊維を剥離するステップを有し、前記摩砕手段は、直径が50～750 μmの球状をなす摩砕グリットを備え、前記表面上の隣接するグリット間の隆起の高さの差の分布の少なくとも90%がグリットの平均直径以下の値とされる、木材の機械解繊を行う方法。

【請求項 2】

摩砕手段を使用して木材の解離と木材から繊維剥離を行うことによる機械解繊のための装置であって、前記手段は、直径が50～750 μmの球状をなす摩砕グリットを有する解繊表面を有し、前記表面上の隣接するグリット間の隆起の高さの差の分布の少なくとも90%がグリットの平均直径以下の値とされる装置。

【請求項 3】

前記摩砕グリットは2次元の一層構造として取り付けられる請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記摩砕グリットのサイズの分布は単一の大きさとされる請求項 2 に記載の装置。

【請求項 5】

前記摩砕グリットの形状因子は0.82より高い請求項 2 に記載の装置。

【請求項 6】

前記摩砕グリットは実質的に波形状を持つ面に取り付けられている請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の装置。

10

20

【請求項 7】

前記摩砕グリットは電流塗装により取り付けられる請求項 2 乃至 5 のいずれかに記載の装置。

【請求項 8】

前記摩砕グリットは逆電流塗装により取り付けられる請求項 2 乃至 5 のいずれかに記載の装置。

【請求項 9】

前記摩砕グリットはろう付けにより取り付けられる請求項 2 乃至 5 に記載の装置。

【請求項 10】

前記摩砕グリットはレーザー塗装により取り付けられる請求項 2 乃至 5 に記載の装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は化学パルプおよび化学機械パルプの製造に関する。特に、本発明は、木材や、一年生、多年生植物のようなリグノセルロース原材料からパルプを取り出すための新規な方法と装置を提供する。

【背景技術】

【0002】

機械パルプ製造法の改良への要求は、以前より、より顕著なものとなってきた。電気料金の上昇は、現在では切迫してきており、この値上げは、この製造法の競争力を引き続き減少させている。また、より生産性の高い製紙機械のためのより多量のパルプの要求のため、既存のラインでのより高い生産性が要求され、また、既存の施設へ新たな生産ラインを導入することは不経済であるため、特に碎木パルプの製造に関心が集まることとなる。

20

【0003】

新鮮な木材の摩砕は製紙工程のためのパルプ製造にとっては成熟されたプロセスとなっている。この方法の長い期間の工業的な利用の間、この方法についての多くの研究がなされてきた。摩砕による解繊（蒸煮解繊）の基本的なメカニズムは複雑で観察するのは困難であり、数十年にわたって研究者にとってはチャレンジの対象とされている。最も活発な期間は 1990 年代に始まり、研究者はパルプの特徴付けについて研究し、解繊に関する基礎的なメカニズムについての記述が始まった。しかしながら、1990 年代の初期においては、状況は沈滞し、そこでは、既知の操業カーブは変えることのできない物理的な問題として広く受け入れられていた。

30

【0004】

現在の木材摩砕プロセスを改良する要求が存在している。

【0005】

種々のパルス化のメカニズムが、Attack と共同研究者（非特許文献 1，2）ら、及び Klemm（非特許文献 3），及び Nordstrand（非特許文献 4）によって提案された。

【非特許文献 1】 ATTACK, D., MAY, W.D., 1962. Mechanical pulping studies with a model steel wheel. Pulp and Paper Magazine of Canada 63(1962):1, T10-T20.

40

【非特許文献 2】 ATTACK, D., 1971. Mechanical pulping at Institute, Part I II: Mechanics of wood grinding. The activities of the Pulp paper research Institute of Canada, trend report 19(1971), 6-11.

【非特許文献 3】 KLEMM, K.H., 1955. The interpretation of groundwood production by fiber technology. Pulp paper Mag. Can. 56:178(1955)

【非特許文献 4】 STEENBERG, B., NORDSTRAND, A., 1962. Production and dissipation of frictional heat in the mechanical wood grinding process. Tappi, Vol.45(1962):4, 333-336.

【発明の開示】

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

発明の概要

本発明は、通常の摩砕において、木材繊維構造の離解と繊維の除去の段階はグラインダー表面の同じグリット構造で達成されるが、本発明においては、グラインダー表面上のこれまでとは異なる形態のものが繊維の離解に使用され、一方において、グリットが繊維の除去に使用される。このことは、繊維除去（即ち、剥がし）において使用されているものよりかなり大きいサイズの表面波形によって、より効率的な離解（即ち、ファティーグ）プロセスが達成されるということを発見したことにより可能となったのである（参考文献5）。

10

【0007】

したがって、本発明は、グラインダー型機械パルプ化プロセスにおいて、ファティーグ（捏ねる）と分離（剥離）とを分離することを提供するものである。特定の振幅と特定の波長を持つ基本波形を持つ解繊表面（摩砕表面）が主にファティーグ工程を行うために使用することができる。これとは反対に、繊維分離段階は予め決められた大きさと形をした人工の又は半人工のグリットによって実行される。このグリットは、基体表面上に2次元の層状として取り付けられ、基体レベルから略同じ距離に垂直に突出するグリットの突起が得られるようにしている。摩砕プロセスは、本発明においては、好ましくは、低い周速度で、しかし、高い生産レベルで実行される。

20

【0008】

したがって、本発明によれば、木材の機械パルプ法は、解繊面（摩砕表面）上に設けられた摩砕グリットにより木材から繊維を剥ぐステップを有し、ここでは、表面上の隣接又は近接（同義語）するグリット間で分布する突起の差の分布は、少なくとも90%が、最大でグリットの平均の直径と同じ幅の範囲となるようにされる。即ち、グリットは粒度サイズにおいて変化が小さく（典型的には粒度サイズの標準偏差が30%以下、特には、20%以下である）、それらは、少なくとも90%はグリットの最外グリットの表面からグリットの平均直径より小さい距離に位置するように表面に取り付けられているということである。

【0009】

摩砕手段を使用して木材から繊維を剥ぎ取ることによる木材の機械解繊装置は、摩砕グリットを有する解繊表面を持つ手段を有し、隣接間の突起の間での突起の差の分布の少なくとも90%は、その表面で、最大でグリットの平均直径と同じ値となる範囲になるようにされる。

30

【0010】

本発明によって相当の効果をを得ることができる。本発明は50%あるいはそれ以上の特定のエネルギーの消費を低減することができる。エネルギー需要におけるこの顕著な減少は、摩砕処理において、木材の離解段階における効果的なストレインパルスを生成することにより、また、適当な繊維剥離を伴う高いファティーグ処理とを組み合わせることにより達成される。実験的データがこの新しい解繊へのアプローチを裏付け、そのメカニズムが以下に詳細に説明される。

40

【0011】

繊維採取プロセスにおいて、一方の異なる段階の揉み込みと、他方の剥離との間で摩砕表面機能を分離することは、摩砕表面上の同じグリット構造により良好な繊維ファティーグと良好な繊維剥離とを両立させる異を含む技術的な問題を避けることが可能となる。ここで、摩砕における「剥離」の用語は、「木材マトリックスから繊維全体を取り出す」ことを述べるために使用されており、二次的又は不良品精製ステージにおける繊維粗大化プロセスにおいて異なる繊維層を剥がすことを述べる場合に使用する、精製工程における「剥ぎ取り」とは異なることを留意する必要がある。

【0012】

摩砕工程において、本発明は、繊維のファティーグを含む段階を一つのプロセスとして

50

最適化し、他方のプロセスとして繊維剥離の段階を最適化することを可能とする。

【0013】

次に、詳細な記載と実施例によりより詳細に本発明を説明する。

【0014】

図4から15においては、凡例記号が使用される：

オープンシンボル＝シャワー水温度/ケーシング圧力＝95℃/250kPa

クローズドシンボル＝120℃/450kPa

Ref.＝参照ストーン

W＝波表面

10が付されたシンボルは摩砕表面の周面速度が10m/sで摩砕されたパルプを表す。他の符号は摩砕表面の周面速度が20m/sで摩砕されたパルプを表す。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

好ましい実施例の記述

本発明では、繊維剥離段階が詳細に検討される。ファティグを与えるために摩砕表面上で所定の基体形態を使用することが参考文献5において検討されている。この論文の主たる結論は摩砕プロセスにおける解離段階が制御され、摩砕表面の波形を採用することにより、エネルギーより効率的なものとされるということである。表面形状の主たる設計パラメータは振幅及び周波数変調である。

【0016】

上述のように、本発明の目的は、木材の解離段階において、より効果的なストレインパルスを生成し、またこの高いファティグ処理を適当なファイバー剥離と組み合わせることにより必要とされるエネルギーを大幅に減らすことにある。

【0017】

先ず、本発明の技術的背景が既に出された参考文献(9)を参照して以下に詳細に検討される。次に、いくつかの実験結果が提供される。

【0018】

繊維剥離段階を議論するためのより明らかな基礎を得るため、繊維剥離の必要な条件について述べる記述を確定しておくことが便利である。この点に関して最も重要な点は、繊維構造を維持する性質、即ち、繊維剥離が繊維長を保持するか否か、或いは好ましくない繊維の切断が生じないかどうかということである。「繊維剥離の荒れ」の表現は疲損(ファティグ)した木材表面から繊維材料がどの程度荒々しく採取されたかということを反映するために選ばれたものである。

【0019】

摩砕中においては、木材の構造状態及び採取操作は繊維剥離の性質を決定する。繊維剥離荒れは、したがって、木材そのもの、解繊表面及び解繊の制御に関係するパラメータの関数であるということを指摘しておく必要がある。この言葉の使用は、熱機械パルプの参考文献(6)における「精製強さ」にある程度対応するものである。

【0020】

繊維剥離荒れは図1において新たに曝される部分に加わる剥離力に直接に関係する。繊維が部分的に木のマトリックスに結合して残っている限り、繊維剥離による摩擦力及びマトリックスへの結合による抗力が繊維に対して応力を与える。この時点において、これらの二つの力と最も弱い個所の繊維の強度がその作用の結果を決定する。繊維の強度は好ましくは繊維剥離を通じてその抗力を超えるものであるが、結合力の減少は繊維剥離の最終段階においては繊維剥離力より低くなる。この予測される結果は良好な結合能力を持つ細くて長い繊維を作り出すことを可能にする。しかしながら、通常の摩砕において起きることは、繊維が抗力と繊維の切断に耐えられないということである。摩砕プロセスがスタートで多く切断しすぎると、繊維剥離荒れが限界を超えることとなる。

【0021】

繊維剥離荒れに影響を与えるパラメータで最も議論のあるのは、解繊制御に関連するも

10

20

30

40

50

のであり、これらは数十年に亘り摩砕木材パルプの質を制御するために使用されてきた（参考文献 7, 10, 11）。解繊表面速度は古典的な摩砕モデルにおいては一つの明白なパラメータであるが、一方において、木材供給速度及び力は現在では摩砕能力を通じて陰に隠れたものに過ぎない。シャワー水温度は、少なくとも部分的には、摩砕領域の温度を制御するために普通に使用される。

【0022】

解繊表面速度を増加させると、より高い繊維剥離力が直接作用して繊維剥離荒れを増すこととなる。その理由の一つに第二運動法則があり、それは、より高い力はより高い表面繊維の加速を意味する；しかしながら、主たる理由は、木材の粘弾性の性質のため、より高い力が繊維層の表面を高速で変形させるのに必要となることである。

10

【0023】

更に、この局所的な高い衝撃は、また、繊維に損傷を与え、これは次に繊維の最も弱い個所での繊維強度の低下を引き起こす。

【0024】

木材の供給速度を増すと、より大きな供給力が必要となり、このことは解繊表面の作用部分がより多く突き通す結果となる。より多く突き通すことは、次に、より高い繊維剥離をもたらし、したがって、木材供給速度と力が増加して繊維剥離荒さが増加する結果となる。

【0025】

一方において、摩砕領域における温度の増加は繊維剥離荒さを減少させ、繊維の切断の割合を減少させる。その理由の一つは、繊維層表面が高温になると、粘性値が低くなり、変形力を低減させることとなる。他の重要な理由は、繊維がマトリックスに結合する力も、また、高温によって低くなるということである。

20

【0026】

繊維剥離荒れに影響を与え、また、解繊における木材構造に関するパラメータは木材の粘弾性特性と、マトリックスへの繊維の結合力と、繊維自体の強さである。異なる木材の種類と同じ種類でも異なる木材では硬さ、即ち粘性性において、また、マトリックスへの繊維の結合力及び繊維の強さにおいて異なる。高い粘弾性値は高い変形力を与え、このことは、木材の種類における硬さの増加が繊維剥離荒さを増加させることを含むことを意味する。定義により、マトリックスへの繊維の結合力の増加は、また、繊維剥離荒れを増加させることとなる。一方、これも定義により、繊維強度が増すと繊維剥離荒れは減少する。木の密度は硬さに非常に良く相関し、したがって、容易に測定可能な木材原料を表すパラメータとして使用することができる。高い水分含有量は、それ自体硬さが低いことを意味し、また、高温において硬さを低くすることに役立つ。上述の硬さが増える理由を利用することにより、水分含有量を高めることは繊維剥離荒れを低減するといことを説明することができる。

30

【0027】

疲損（ファティーグ）処理の累積と繊維剥離段階にある木材の温度は繊維剥離荒れに非常に影響を与え、剥離繊維荒れを支配することとなる。繊維剥離段階で繊維とその特性が最終的に形成されたとしても、温度と疲損処理が決定されるところの解離段階を制御することの重要性について、ここに明白に説明される。疲損処理は粘弾性特性と木材マトリックスへの繊維の結合力を低くする。疲損処理は、また、繊維細胞壁の内部を解離し、このことは、繊維の可撓性を増加させ、例えば、曲げが生じるような応力がある状態において、切断に対する抵抗力を増すこととなる。粘弾性の低下は繊維剥離力を低くする。このことと、低い繊維結合力と高い繊維強度は、すべて定義により、繊維剥離荒れを低くする。したがって、疲損処理を増加することは繊維剥離荒れを減少することについて強いインパクトがあると言うことができる。

40

【0028】

解離段階における機械的エネルギーの損失による温度の上昇は、疲損処理と同様に多くの効果を与える。粘弾性特性と繊維結合力は減少し、繊維壁の内部構造でさえ柔らかくな

50

り、繊維はより柔軟となる。木材の温度の上昇の結果として、繊維剥離荒れの影響を非常に減少させることとなる。

【0029】

繊維剥離荒れに影響を及ぼす第3のパラメータは解繊表面に関係している。異なる等級の紙を製造するために、異なるサイズのグリットが通常は使用される。これらのパルプはそれらの異なるフリーネス（ろ水度）の程度によって識別される。グリットのサイズは、また、繊維剥離荒れに影響を与える。これは、同じ供給圧力においては、小さいグリットに較べ大きいグリットの方がグリットの木材に突き刺さる部分は鋭利性が少ないという事実によるものである（参考文献8）。この突き刺さりはより小さくなり、また、変形力の方

10

【0030】

この第3のグループの第2のパラメータはグリットの形状である。繊維の幅とグリットの直径とのサイズの差に関して、動作中の鋭利なコーナーを持つグリットは、バルク（分厚い）形状のグリットに較べて、より大きな局所的な差し込みとグリットの動き方向に対して直角な方向への繊維壁に対する圧力がより大きくなるということが認められている。過度の局所的な圧力はより強度の低い繊維では、その成り行きとして繊維壁を損傷しやすい。このことは、グリットの丸味を増す程、繊維剥離荒さが減少することを明白に示す。

20

【0031】

通常のグラインダー型の木材解繊はセラミックの摩砕面と湿潤した木材の相互作用に基づくものである。疲損、即ちもみほぐしと繊維の分離、即ち繊維剥離段階は摩砕部材の同じグリットで実行される。この通常の解決法は摩砕材料の3次元のバルク形状の構造によって可能となり、その構造は表面グリットの広範囲の高さ分布を形成している。この点に関し、高さの広い分布は、また、通常の摩砕部材のように繊維剥離荒れを引き起こすため、グリットの突起はきわめて重要である。

【0032】

高い程度の荒削りでの繊維剥離は、所定のパルプろ水度に対しては、低い荒削りにおけるものより、より常にエネルギーが効率的であるが、実際には、この荒さの程度は繊維剥離荒れの限度を超えてはならない、即ち、繊維に対しての衝撃は繊維の強度を超えてはならない。この原則に従えば、広い範囲の荒れの分布の末端の値が繊維剥離の制限値となる。従って、広い範囲の荒さの分布の末端の低い値は意味のある剥離作用を伴わないエネルギーの損失を意味する。したがって、通常の摩砕部材の広い範囲の高さ分布を持つグリットのほんの僅かの部分がエネルギー効率のよい繊維剥離を実行することとなる。

30

【0033】

既に、ここに参照として組み入れられる米国特許第6,241,169号明細書において議論されているように、ほぐしと剥離のために解繊表面の異なる特性を使用することは可能である。ここでは、ほぐしは、側面から視て基本波形状の解繊表面により実行される。この形状を使用する結果、大きいサイズのカテゴリーに入る表面は繊維剥離には寄与しない。

40

【0034】

波の高さ（振幅）とそれらの間の距離は、解繊されるべき木材にとって好適なサイクル長さが得られるように選択することが常に可能となるようにして決定される。振幅は0.1mmから10mmで、特に0.2mmから1mm（例えば、0.5mm）であり、波の間の距離は1mmから50mmのオーダーであるが、これらは単なる例示的な値である。

【0035】

表面の波パターンは当然に変更できる；しかしながら、得られるサイクル長さは木材原料の平均弛緩時間の1～3倍、即ち、その略半分が平均弛緩時間に相当することが好ましい。特に、波パターンの下降する部分は解離された繊維にとって十分な自由スペースができるように変更されなければならない。米国特許第6,241,169号明細書に記載されるよう

50

に、上記の種類の解繊表面が丸太やチップのような木材原料に対して所定の周速度で動くとき、木材原料は通常の処理が施され、そのサイクル長さ（即ち、時間幅）は解繊表面の輪郭と周速度に決定される。解繊表面の上昇部分は木材原料を押圧し、下降部分が木材原料を膨張させることができるようにしている。そのような周速度と解繊表面の規則的な形状の組み合わせが得られるサイクル長さが木材原料の平均弛緩時間の半分となるように選ばれたとすると、振動を維持するための運動量が小さいときは、続く上昇部分が木材原料の表面を打つこととなる。

【0036】

本発明においては、繊維剥離は、表面、例えば、前述のタイプの平滑な形状の基体の表面上に2次元の層に形成されたグリット構造を使用して実行される。グリット構造の上記基体上での高さの分布（即ち、Z-方向の分布）は、2次元構造と使用されるグリットの分厚い（バルキーな）単一のサイズのため狭いものとなっている。したがって、本発明は繊維剥離にとって所望の値に近い狭い荒れをもたらし、このことは、全てのグリットがエネルギー効率の良い繊維剥離に寄与するように繊維剥離荒さを最適なものとすることを可能とする。この状態は、ほんの一部のグリットがエネルギー効率を高める繊維剥離を行い、大部分が繊維剥離にとって不必要なエネルギー消費となる通常の状態と比較し得るものである。

【0037】

本発明で使用されるグリットは主として球形の形をしていることが好ましい。グリットが繊維表面を開けるためにある程度の不規則或いは粗面を持つ表面をもつことが好ましいが、それらは、特に、完全な球形から30%以下で偏差を持つ球形とされることが好ましい。グリット表面の不規則さとして、鈍角の形状の角部を持つものとすることができる。水が存在する状態で摩砕が実行されると、グリット上の不規則さが、水のフィルムを通して木材原料との接触を十分なものとし、繊維の解離を増し、また、それらの表面を粗面にする。

【0038】

当技術分野においては知られているように、グリットは解繊表面に取り付けられ又は固定されている典型的には金属プレートを有する分離した粒子である。表面に機械的にグリットを固定するため、電気メッキ（即ち、ガルバニック塗装）、ろう付け、レーザーコーティングなどの種々の技術が、以下に説明するように使用することができる。通常は、グリットはそれが取り付けられる金属材料より、極めて大きい耐摩耗性を有する。それらは、通常は、表面において均一に分散し、個々のグリット間の距離（それらの外面から形成されたもの）が、グリットの平均の直径の0から15、好ましくは0から10、特に0から8倍であり、0倍は二つのグリットが互いに接触していることを意味している。特定の実施例によれば、個々のグリット間の距離は平均直径の最大で5倍、特に3倍とされている。上記のケースでは、最小の距離は直径の0.1から1倍が最も有利であるが、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0039】

グリットの材料は人造又は半人造の好適に硬い材料である。好適な材料の例としては以下のものである。：アルミナ、ダイヤモンド、炭化タングステン、炭化シリコン、窒化シリコン、窒化タングステン、窒化ボロン、炭化ボロン、酸化クロム、酸化チタン、酸化チタンとシリカと酸化クロムの混合物及びこれらの化合物を2以上混合した混合物である。好ましい材料は酸化アルミ及び酸化アルミを基材とする材料である。

【0040】

グリットの粒子サイズは略10から1000マイクロメータ、好ましくは50から750マイクロメータ、特に、100から600マイクロメータである。約60メッシュ（250um）のグリットが下記の例で使用された。このようなグリットは、次に、少なくとも90%のグリットが取り付けられている面の摩砕基板の反対側の面からグリットの最外面の接線に平行な面の距離が最大でグリット粒子の平均サイズ（例えば、10-1000マイクロメータ）に等しくなるように配置される。

【0041】

実際の摩砕部が全て同じ高さの摩砕隆起を持つ摩砕装置が米国特許第3,153,511号明細書に開示されている。この摩砕隆起は移動方向にアーチ形をなすクラウンを持っている。この隆起は金属又は樹脂を加工して形成され、装置を運転している間に変形する可能性がある。このアーチ形と変形により、隆起は木材の弛緩と木材からの繊維の取出しの両方を十分に行うことができず、むしろ、木材を加熱することとなる。したがって、このような摩砕輪がセラミックパルプストーンの持つ利点にもかかわらず、パルプストーンを置き換えないという事実によってわかるように、この既知の解決法は満足すべき摩砕装置を提供するものではない。

【0042】

10

本発明は実験室規模の装置でテストされ、その試験は、図6及び図7に示すように、エネルギー有効表面での摩砕消費エネルギー率は、通常のパルプストーンの構造と比較して、同じろ水度状態で50%低く、同じ繊維強度で30%低いことを示した。

【0043】

上記に基づき、本発明は、木材の機械解繊方法からなり、この方法は、解繊表面上の摩砕グリットにより木材から繊維剥離することを含み、摩砕面上での隣接するグリット間の隆起高さの差の分布の少なくとも90%がグリットの平均直径と同じ値となるようにされる。好ましくは全てのグリットの92%、更に95%のグリットがその範囲に入る。したがって、一方において、全ての、又は実質的に全て(95%以上)のグリットは、その表面から最外のグリットの表面の接線までの距離がグリットの直径より小さくなるように配置されることが好ましい。また、他方において、その表面から接線の面までの距離はできるだけ小さい方が好ましい。例えば、その距離は平均で、グリットの平均の直径の75%以下、特に50%以下、さらには30%以下が好ましい。理想的には全て、あるいは殆ど全てのグリットが、同じ接線面にある最外面を持つ。

20

【0044】

その結果、表面は肉眼で見たときにはむしろ円滑に見える。重要なことは、繊維を切断するような隆起が存在しない、或いは実質的に存在しないことである。

【0045】

この新しい解繊表面は、例えば、鉄の車輪上に放電加工により円滑な波形を切削加工し、また、その波形の上に分厚い一つの形の人工摩砕グリットを電気メッキにより取り付け

30

【0046】

摩砕グリットは、また、逆流電塗装、ろう付け及び/又はレーザー塗装により取り付けることができる。

【0047】

繊維剥離荒れに関しての効果が表1に要約されている。

【0048】

【表 1】

表 1 繊維剥離荒さに影響するパラメータ

パラメータ値の増加	繊維剥離荒さへの影響
1. 解繊の制御	
解繊表面速度	+
木材供給速度	+
木材供給圧力	+
シャワー水温度	-
2. 木材構造状態	
密度	+
累積疲損処理	-
木材温度	-
3. 解繊表面	
グリットサイズ	-
グリットの丸味程度	-
グリット隆起分布	+

ここで議論された摩砕手段の構造に基づく摩砕試験が実施された。

【0049】

結果が以下に示される。

【0050】

一連の実験は繊維剥離荒れに影響を及ぼす4つのパラメータに関して行われた。繊維剥離荒れを少なくするため、摩砕領域に近づく木材の累積疲損処理と、異なるグリットの型を選択することによるグリットの丸さの両方を高めることとした。更に、略同じサイズのグリットが2次元構造に施され、グリットの隆起分布を狭くした。その結果、繊維剥離荒れが少なくなり、木材供給率を上げて生産性を高め、パルプ生産のエネルギー消費率を低くすることが可能となる。異なるグリットサイズによって行う予備実験により得られたデータを使用して所望の予め設定されるる水度範囲を得ることができた。

【0051】

波パターンを持つ摩砕面が準備された。摩砕における木材疲損処理段階のため、より最適の摩砕を実行するため、波形をした面が設計され、準備された。有効エネルギー表面に(EES)による木材繊維マトリクスの周期的なあら延べ(ブレイクダウン)のための振幅、周波数及び面速度のパラメータが図2に夫々示されている。

【0052】

この記述では、通常のセラミックストーンが所定の一連の振幅を形成する波形面と比較され、二つの異なる摩砕面速度で摩損効率がテストされた。選ばれた振幅は0.25mmで、面速度は10及び20m/sである。

【0053】

図2は摩損面形状の形とサイズを示す。繊維剥離段階に影響を及ぼす解繊表面の特性は主として形状、サイズ及びグリットの隆起の分布である。本書における実験は、最適の形状(丸く分厚い)のグリットを使用した解繊に基づくものである。摩砕面は概略0.25mmの直径のグリットを有している。#10/28°の鋭利なパターンを持つ通常の38A601のパルプストーン(グリットサイズが略0.25mm)が参照として用いられた。

【0054】

実験結果

プロセス制御、エネルギー消費、繊維長さ、シート強度及びシート構造特性に関する種々の特徴について実験的に検討された。

【0055】

プロセス制御：

実際の摩砕の適用、例えば、摩砕機の製造においては、原材料、製造量、モータ負荷、又は他の制限により、摩砕作動ポイントはしばしば最適のものとは離れた形態のものとなる。図3は摩砕における作動ウインドウである。

【0056】

セラミックパルプストーンの参照と比較すると、EESは生産量の広い範囲にわたってより細かな制御が可能となる（図4）。木材供給速度（生産量）と木材供給負荷との関係は直線的に増加し、摩砕温度とストーン面の周速度のようなプロセスにおいては論理的に変化するように対応している。同様に、生産量はモータ負荷と（その逆も同様）等しく応答し、EESによりターゲットパルプの等級が容易に得ることができることを示している。（図5）（ピットパルプろ水度対生産量。記号については図4を参照）。

【0057】

EESのコンセプトは、温度や表面速度のようなプロセス条件の組み合わせの広い範囲において、参照とするストーン面による摩砕よりかなりの高いレベルの生産量を与える。パルプが50～150mlのCSFに摩砕されるとき、100%高い生産量のレベルが使用されるであろう。これは、通常の木材供給力即ち水圧により達成される。大きな操作ウインドウの結果、細かな手順が目に見えて少なくなった。

【0058】

エネルギー消費

摩砕において、厚紙用と印刷用紙用の上質なパルプへの木材繊維の最も効果的なあら延べは木材と摩砕面との最良の相互作用を確保することにより達成することができる。摩砕領域において木材マトリックスから繊維を剥離するのに先立ち、木材構造の効果的なあら延べは、典型的な摩砕によるパルプ製造で使用されるエネルギーのたったの50%で機械パルプ化を可能とする。100mlピットパルプろ水度において、エネルギー消費は0.7MWh/tである（図7）。EESによって製造された選り分けられたパルプについてのエネルギー消費を参照の表面を使用したものと比較すると、エネルギー消費量の減少は更に大きくなる。同じ引っ張り強度でエネルギーの節約を比較すると、エネルギー消費率は30%程度となる（図7）。波形面により製造されるストレスパルプのエネルギーの節約の可能性については、未だ評価はなされていない。

【0059】

繊維長さ

本明細書の理論部分で既に述べたように、高い生産率（高い木材供給率）は木材マトリックスからの繊維剥離の荒れを招く。したがって、我々は望ましくない条件が存在するようなそれらの場合には繊維の切断を予測することができる。繊維長さは参照のパルプと比較してEESでは15～20%低かった（図8）。しかしながら、適切なプロセス条件を選択することにより、繊維長さがPGW95の参照パルプと比較し得るEESパルプを得ることができた。より低い面速度（10m/s）で荒れの少ない摩砕によりEESパルプと参照パルプとで繊維長さの差をなくすことができた。EESパルプでは、長い繊維（+14BMcN）のパーセンテージは参照パルプよりかなり低く、EESパルプが上質の印刷用紙に使用できる高い可能性を持つことを示している。

【0060】

シート強度特性

EESパルプは引き裂き強度及び引っ張り強度が25%と15%程低かった（図9、10）。摩砕を適切なプロセス条件で行うと、それらの特性は、それぞれ、たったの15%と10%であった。しかしながら、好適なプロセス条件ではZ方向強度は参照よりも4

10

20

30

40

50

0 %高いが、z ー方向強度はE E S パルプでは同じであった（図 1 1）。E E S の可能性を完全に利用するため、また、E E S パルプ繊維の異なる性質を説明するために更なる研究が必要である。

【0 0 6 1】

シート構造特性

E E S パルプのやや弱い強度特性は良質な表面とウェブ構造特性を値引きするものである。これに一致して、E E S パルプは参照パルプと同じ散乱能力を持つ（図 1 2）。更に、明度E E Sが高かった（図 1 3）。

【0 0 6 2】

E E S パルプは雑誌用紙の構成材用紙として最も対抗し得るものである。このシート構造はよりオープン（多孔性がある）で、また、参照より全体として優れた特性を持つ（図 1 4, 1 5）。

【0 0 6 3】

上記から明らかなように、よりエネルギー効率の良い摩砕への要求について、基礎的な解繊メカニズムを調べることにより、また、摩砕の試験によって述べられてきた。実験はどのようにして繊維剥離荒れが変えられ、またそのような改変が解繊の結果を改善したかについて示してきた。

【0 0 6 4】

その結果は、エネルギー有効表面（E E S）が木材のより効果的なあら延べを起こすことを示している。E E S による半実験規模の実験では解繊処理は最大幅で容易に変更出来た。

【0 0 6 5】

消費エネルギー率を通常のパルプストーンの場合と比較すると同じ引っ張り強度において、この摩砕試験は3 0 %程度の低下を示した。同じろ水度においては、消費エネルギー率は5 0 %程の減少を達成することができた。

【0 0 6 6】

繊維長さや繊維強度における幾分の減少は良好な表面とウェブ構造によって補われる。

【0 0 6 7】

以前には物理的な関係として広く受け入れられていた既知の運転曲線は、この新しいアプローチによって変えられる。例えば、パルプの質とエネルギー消費率との関係はE E Sを用いることにより新しいものに置き換えることができる。

【0 0 6 8】

参考文献

1. ATTACK, D., MAY, W.D., 1962. Mechanical pulping studies with a model steel wheel. Pulp and Paper Magazine of Canada 63(1962):1, T10-T20.
2. ATTACK, D., 1971. Mechanical pulping at Institute, Part III: Mechanics of wood grinding. The activities of the Pulp paper research Institute of Canada, trend report 19(1971), 6-11.
3. KLEMM, K.H., 1955. The interpretation of groundwood production by fiber technology. Pulp paper Mag. Can. 56:178(1955)
4. STEENBERG, B., NORDSTRAND, A., 1962. Production and dissipation of frictional heat in the mechanical wood grinding process. Tappi, Vol.45(1962):4, 333-336.
5. BJORKQVIST, T., LUCANDER, M., 2001. Grinding surface with an energy efficient profile, 2001 International Mechanical Pulping Conference, Helsinki, Finland June 4-8 2001, Proceedings volume 2, s. 373-380.
6. MILES, K.B., MAY, W.D., 1990. The flow of pulping in chip in refiners. J. Pulp Pap. Sci. 16(2):J63-J72(1990).
7. BERGSTROM, J., HELLSTROM, H., STEENBERG, B., 1957. Analysis of grinding process variables. Svensk Papperstidning 60(11):T377(1957).

10

20

30

40

50

8. SADAS, E., 1991. Effect of pulpstone grits in wood grinding. Part 3. Two-size grit mixture (various sizes). Paperi ja Puu-Paper and Timber 73(1991)9:7
9. LUCANDER, M., BJORKQVIST, T., New approach on the fundamental defibration mechanism in wood grinding, IMPC 2005, International Mechanical Pulping Conference, Oslo Norway, June 7-9 2005, Proceedings p. 149-155.
10. PAULAPURO, H., Operating model of a grinder. Part I Interdependence of motor load and rate of production of a grinder. Paperi ja Puu 58(1976)1, p. 5-18.
11. PAULAPURO, H., Operating model of a grinder. Part II. Interdependence of grinding process variables and groundwood pulp quantity parameters. Paperi ja Puu 58(1976)10, p. 659-678.

10

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】参考文献2より引用した繊維剥ぎ取りを示す。

【図2】摩砕表面の形状と大きさを示す。

【図3】摩砕における操作ウインドウを示す。

【図4】負荷対生産量（供給木材）を示すグラフである。

【図5】ピットパルプろ水度対生産量を示す。

【図6】単位エネルギー消費対ピットパルプろ水度を示す。

20

【図7】引っ張り強さ対単位エネルギー消費を示す。

【図8】繊維長さ対（秤量された長さ）対ろ水度を示す。

【図9】引っ張り強さ対ろ水度を示す。

【図10】引き裂き強さ対ろ水度を示す。

【図11】Z-強さ対ろ水度を示す。

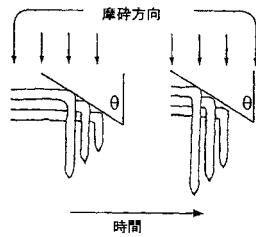
【図12】散乱光対CSFを示す。

【図13】明るさ対CSFを示す。

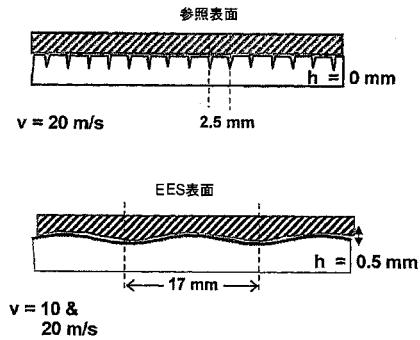
【図14】気孔率対CSFを示す。

【図15】バルク対CSFを示す。

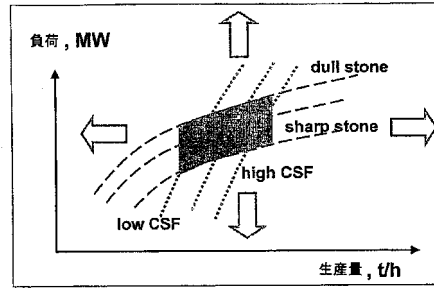
【図 1】



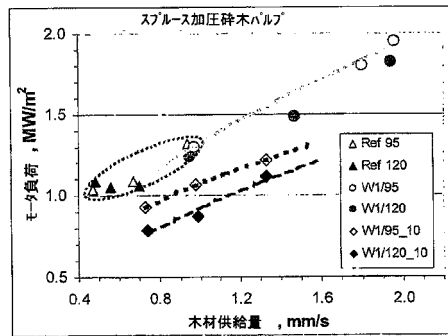
【図 2】



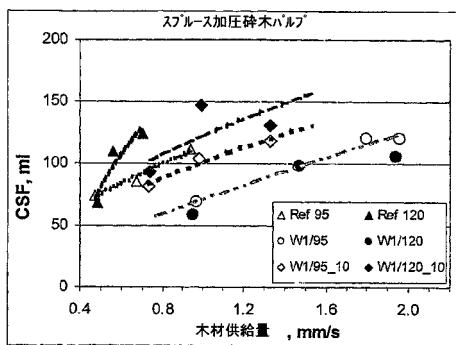
【図 3】



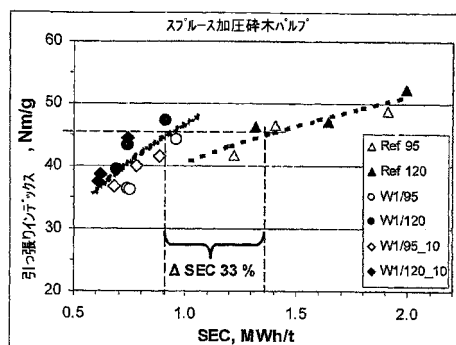
【図 4】



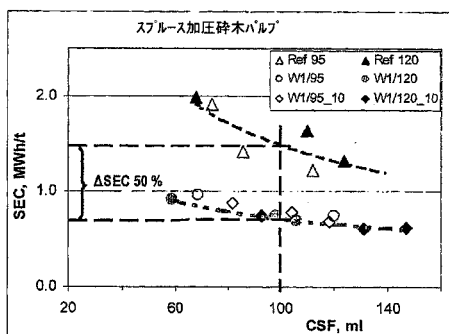
【図 5】



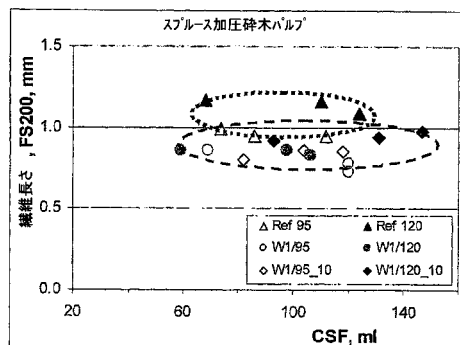
【図 7】



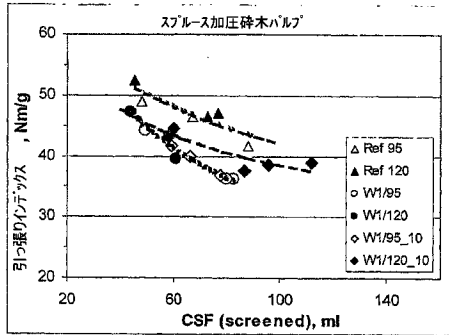
【図 6】



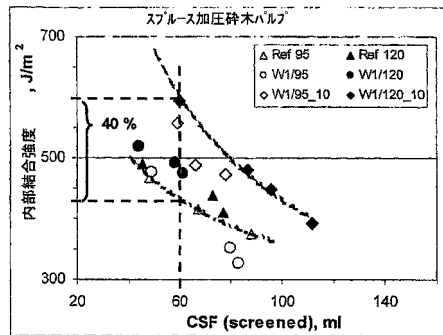
【図 8】



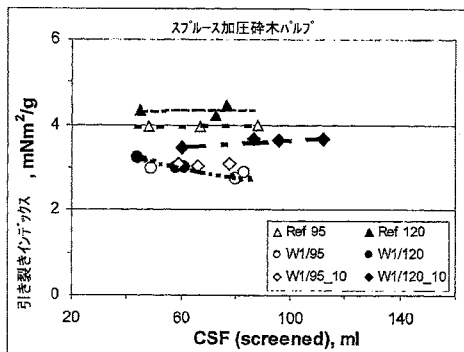
【図 9】



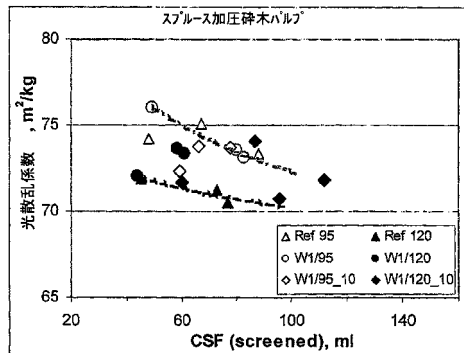
【図 11】



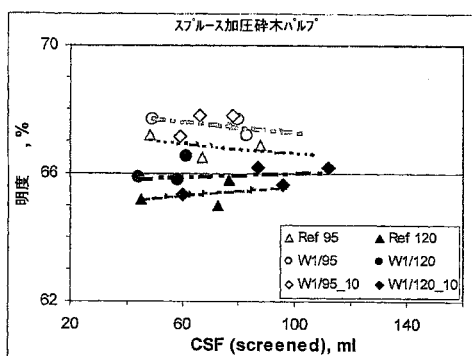
【図 10】



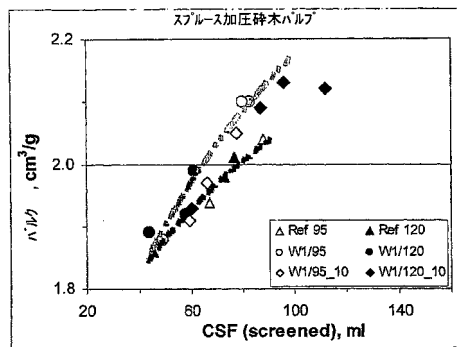
【図 12】



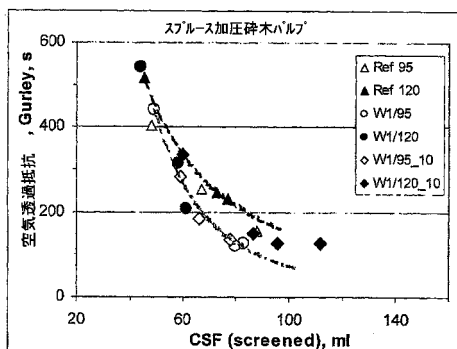
【図 13】



【図 15】



【図 14】



フロントページの続き

(73)特許権者 507393481

ストラ エンソ オイユ

フィンランド国, 00101 ヘルシンキ, ペーエル 309

(73)特許権者 507393492

ユーペーエムーキメネ オイユ

フィンランド国, 01130 ヘルシンキ, エテラエスプラナディ 2

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(74)代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(74)代理人 100103779

弁理士 佐々木 定雄

(72)発明者 ルカンドル, ミカエル

フィンランド国, 02320 エスポ, スターヴグランデン 9 ベー

(72)発明者 ビョルクヴィスト, トマス

フィンランド国, 33530 タンペレ, コンティオンカトゥ 1

(72)発明者 トゥオヴィネン, オーリ

フィンランド国, 33530 タンペレ, ヨウシカトゥ 6

審査官 前田 知也

(56)参考文献 特開平03-113086 (JP, A)

特開昭56-063087 (JP, A)

特表平07-500775 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

D21B1/00-1/38