

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7622970号
(P7622970)

(45)発行日 令和7年1月28日(2025.1.28)

(24)登録日 令和7年1月20日(2025.1.20)

(51)国際特許分類 F I
C 1 0 L 5/44 (2006.01) C 1 0 L 5/44
F 2 3 C 1/00 (2006.01) F 2 3 C 1/00 3 0 1

請求項の数 16 (全23頁)

(21)出願番号	特願2019-195297(P2019-195297)	(73)特許権者	519385397
(22)出願日	令和1年10月28日(2019.10.28)		パイ ホン メイ
(65)公開番号	特開2020-186362(P2020-186362 A)		B A I , H O N G M E I
(43)公開日	令和2年11月19日(2020.11.19)		香港 ニューテリトリーズ ロイヤルアスコット フォータン ブロック 1 1 7 階
審査請求日	令和4年10月28日(2022.10.28)		フラットイー
(31)優先権主張番号	1906699.2	(74)代理人	100107984
(32)優先日	令和1年5月13日(2019.5.13)		弁理士 廣田 雅紀
(33)優先権主張国・地域又は機関	英国(GB)	(74)代理人	100102255
			弁理士 小澤 誠次
(31)優先権主張番号	1911408.1	(74)代理人	100096482
(32)優先日	令和1年8月9日(2019.8.9)		弁理士 東海 裕作
(33)優先権主張国・地域又は機関	英国(GB)	(74)代理人	100188352
			弁理士 松田 一弘
		(74)代理人	100113860

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固体バイオマス燃料の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(i) 1 又は 2 以上のバイオマス源を微粉碎して、1 0 0 0 μ m ~ 6 0 0 0 μ m の平均粒子径 (D 5 0) を有するバイオマス粉末を得るステップと、

(ii) 前記バイオマス粉末を成形して、バイオマス成形品を得るステップと、

(iii) 前記バイオマス成形品を 1 6 0 ~ 4 2 0 の温度で 0 . 2 5 ~ 5 時間にわたって加熱して、固体バイオマス燃料を得るステップとを含み、

前記 1 又は 2 以上のバイオマス源が、(i) カリアンドラ・カロティルスス、又は (ii) わら、もみ殻及びヤシ殻の混合物を含む、固体バイオマス燃料を製造する方法。

10

【請求項 2】

前記 1 又は 2 以上のバイオマス源が、カリアンドラ・カロティルススを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記バイオマス成形品を加熱するステップが、0 . 5 ~ 3 時間にわたって実行され、及び / 又は前記バイオマス成形品を加熱する前記ステップが、前記バイオマス成形品を 1 8 0 ~ 3 5 0 の温度で加熱することを含む、請求項 1 ~ 2 のいずれかに記載の方法。

【請求項 4】

前記バイオマス粉末を成形するステップ (ii) が、バイオマス成形品の密度が制御されるように前記成形ステップを適合させることを含み、前記バイオマス成形品の密度が制御

20

されるように前記成形ステップを適合させることが、前記成形ステップに使用される成形型の圧縮比を制御することを含む、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 5】

前記バイオマス成形品を加熱するステップ (iii) が、固体バイオマス燃料の等質性を制御するように適合され、固体バイオマス製品の等質性を制御するようにステップ (iii) を適合させることが、前記バイオマス成形品を、加熱する間、回転させる装置においてステップ (iii) を実施することを含む、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 6】

前記固体バイオマス製品の等質性を制御するようにステップ (iii) を適合させることが、前記固体バイオマス製品の回転速度又は方向を制御することを含み、前記バイオマス成形品を、装置中で反時計回りと時計回りの両方の方向に回転させる、請求項 5 に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記バイオマス粉末を成形するステップ (ii) が、圧縮成形型を使用して前記バイオマス粉末を成形することを含み、前記成形は、前記圧縮成形型の圧縮比 3 . 8 ~ 6 . 5 を使用して、バイオマス成形品の密度が制御されるように適合させる、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の方法。

【請求項 8】

D I N E N 1 5 1 0 3 に従って決定した固体バイオマス燃料の嵩密度が、0 . 6 k g / l ~ 0 . 8 k g / l である、及び / 又は D I N E N 1 5 2 1 0 - 1 に従って決定した前記固体バイオマス燃料の機械的耐久性が、9 5 % 以上である、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の方法。

20

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の方法であって、以下の (i)、(ii)、(iii) 又は (i v) の 1 つによりさらに定義される前記方法；

(i) 前記 1 又は 2 以上のバイオマス源が、カリアンドラ・カロティルススを含み、固体バイオマス燃料の嵩密度が、0 . 6 4 k g / l ~ 0 . 6 6 k g / l であり、機械的耐久性が、9 6 % 以上である、

(ii) 前記 1 又は 2 以上のバイオマス源が、カリアンドラ・カロティルスス、アカシア・マンギウム、アルピジア・キネンシス及びパラゴムノキの混合物を含み、前記固体バイオマス燃料の前記嵩密度が、0 . 6 7 k g / l ~ 0 . 6 9 k g / l であり、前記機械的耐久性が、9 8 % 以上である、

30

(iii) 前記 1 又は 2 以上のバイオマス源が、カリアンドラ・カロティルスス、わら、もみ殻及びヤシ殻の混合物を含み、前記固体バイオマス燃料の前記嵩密度が、0 . 6 1 k g / l ~ 0 . 6 3 k g / l であり、前記機械的耐久性が、9 5 % 以上である、

(iv) 前記 1 又は 2 以上のバイオマス源が、わら、もみ殻及びヤシ殻の混合物を含み、前記固体バイオマス燃料の前記嵩密度が、0 . 6 0 k g / l ~ 0 . 6 2 k g / l であり、前記機械的耐久性が、9 5 % 以上であり、

前記嵩密度が、D I N E N 1 5 1 0 3 に従って決定され、前記機械的耐久性が、D I N E N 1 5 2 1 0 - 1 に従って決定される。

40

【請求項 1 0】

請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の方法であって、固体バイオマス燃料が、以下の (i) から (v) の 1 又は 2 以上によりさらに定義される前記方法；

(i) 前記固体バイオマス燃料の乾燥硫黄の総含有量が、0 . 0 5 w t % 以下であり、前記乾燥硫黄の総含有量が、D I N E N 1 5 2 8 9 に従って決定される、(ii) 前記固体バイオマス燃料の乾燥水素の総含有量が、5 w t % 以上であり、前記乾燥水素の総含有量が、D I N E N 1 5 1 0 4 に従って決定される、(iii) 前記固体バイオマス燃料の乾燥酸素の総含有量が、3 4 w t % 以上であり、前記乾燥酸素の総含有量が、D I N E N 1 5 2 9 6 に従って決定される、(iv) 前記固体バイオマス燃料の乾燥炭素の総含有量が、5 0 w t % 以上であり、前記乾燥炭素の総含有量が、D I N E N 1 5 1 0 4 に従って

50

決定される、(v)前記固体バイオマス燃料の乾燥窒素の総含有量が、0.3wt%未満であり、前記乾燥窒素の総含有量が、D I N E N 15104に従って決定される。

【請求項11】

前記固体バイオマス燃料が、30日まで防水性である、請求項1~10のいずれかに記載の方法。

【請求項12】

請求項1~11のいずれかに記載の方法であって、固体バイオマス燃料が、以下の(i)から(iv)の1又は2以上によりさらに定義される前記方法；

(i)前記固体バイオマス燃料の化学的酸素要求量(COD)が、水に浸漬されたとき、5000ppm以下であり、前記化学的酸素要求量が、GB/11914-89に従って決定される、(ii)前記固体バイオマス燃料の固定炭素含有量が、25wt%以上である、(iii)前記固体バイオマス燃料の灰含有量が、5wt%未満である、(iv)前記固体バイオマス燃料の揮発物含有量が、60wt%~80wt%である。

10

【請求項13】

前記固体バイオマス燃料の水分含有量が5wt%未満である、又は前記固体バイオマス燃料の発熱量が、5000kcal/kg乾燥質量~7000kcal/kg乾燥質量である、請求項1~12のいずれかに記載の方法。

【請求項14】

(i)カリアンドラ・カロティルス、又は(ii)わら、もみ殻及びヤシ殻の混合物を含む1又は2以上のバイオマス源に由来する、固体バイオマス燃料であって、D I N E N 15103に従って決定した前記固体バイオマス燃料の嵩密度が、0.6kg/l~0.8kg/lであり、D I N E N 15210-1に従って決定した前記固体バイオマス燃料の機械的耐久性が、95%以上であり、前記固体バイオマス燃料の発熱量は、5000kcal/kg乾燥質量~7000kcal/kg乾燥質量であり、前記発熱量はD I N E N 14918に従って決定される、前記固体バイオマス燃料。

20

【請求項15】

エネルギーを生み出すために請求項14に記載の固体バイオマス燃料を燃焼するステップを含む、燃焼方法。

【請求項16】

固体バイオマス燃料が、石炭などの化石燃料と共に混焼及び燃焼され、PM1.0排出量が、175mg/kg未満である、請求項15に記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体バイオマス燃料を製造する方法、並びに前記方法により製造される固体バイオマス燃料に関する。加えて、本発明は、エネルギーを生み出すために前記固体バイオマス燃料を燃焼することを含む燃焼方法に関する。

【背景技術】

【0002】

石炭火力発電は、世界中の発電所及び工業プロセスに使用されている。石炭及び他の化石燃料は、再生不能なエネルギー資源である。過去数十年間にわたって、石炭火力発電所による石炭の消費を低減して、代わりに再生可能なエネルギー資源を使用するように求められてきた。

40

【0003】

バイオマスに由来する燃料は、石炭に代わって又は少なくとも部分的に代わって使用することができる再生可能なエネルギー源の例である。バイオマス由来燃料を発電所において燃焼過程で酸素の存在下で燃やして、エネルギーを生み出すことができる。バイオマス由来燃料は、元々は石炭の燃焼のために設計された伝統的な発電所において燃焼させることができ、又はバイオマス由来燃料は、バイオマス燃焼のために特別に建てられた発電所において燃焼させることができる。特定の形態のバイオマスを石炭と混合し、発電所内の

50

同一の燃焼過程で燃焼させることができる。そのような方法は、石炭とバイオマスの混焼（coal co-firing of biomass）として知られている。石炭との混焼に対して適切なように、バイオマス由来燃料は、典型的には、特性に関して特定のレベルの品質及び均一性など、特定の特性をもたなければならない。例えば、均一のサイズ、密度、水分含有量などの粒子から構成されるバイオマス燃料は、混焼方法において特に望ましいものである。バイオマス燃料が低レベルの灰を含有することも望ましい。バイオマス由来燃料における灰のレベルは、典型的には、石炭に見いだされるものより高い。

【0004】

バイオマス源から固体バイオマス燃料を製造する様々な方法が知られている。国際公開第2014/087949号パンフレットには、バイオマス源がバイオマスブロックに成形される前に蒸煮爆砕（steam exploded）され、次にバイオマス燃料を形成するように加熱される、固体バイオマス燃料の製造方法が開示されている。この方法は、保管の際に十分な取り扱いやすさがあり、保管の際の排水の化学的酸素要求量（COD, chemical oxygen demand）が低減されたバイオマス燃料を製造することを目的とする。この方法に使用されるバイオマス源は、パーム核殻である。

10

【0005】

国際公開第2016/056608号パンフレットには、国際公開第2014/087949号パンフレットの教示に基づいて構成されており、蒸煮爆砕ステップが燃料の製造に必要ではない固体バイオマス燃料の製造方法が開示されている。この方法は、バイオマスブロックが加熱される前、バイオマスブロックに圧縮及び成形される前にバイオマス源が破碎される成形ステップを含む。前記方法における使用が教示されるバイオマス源は、ベイマツ、ドクニンジン、ヒマラヤスギ、イトスギ、ヨーロッパアカマツ、オールドアーモンドツリー（almond old tree）、アーモンドの殻、アカシアの木部、アカシアの樹皮、クルミの殻、サゴヤシ、パームヤシの空果房（empty fruit bunch）、メランチ及びゴムなどの樹木である。

20

【0006】

国際公開第2017/175733号パンフレットには、バイオマスブロックが加熱される前、バイオマスブロックに圧縮及び成形される前にバイオマス源が破碎される成形ステップを含む、類似した方法が開示されている。国際公開第2017/175733号パンフレットの方法は、雨水に曝露されると低い分解性を示し、排水中に低減されたCODを達成するバイオマス燃料を得ることを対象とする。この方法に使用されるバイオマス源は、ゴムの木、アカシア、メランチ、ユーカリ、チーク、及びカラマツとトウヒとカバノキの混合物から選択される。

30

【0007】

国際公開第2019/069849号パンフレットは、輸送及び保管が容易であり、保管の際の自然発火に対する抵抗性があるバイオマス燃料を得ることを目的とする。このバイオマス燃料は、バイオマスブロックが加熱される前、バイオマスブロックに圧縮及び成形される前にバイオマス源が破碎される成形ステップを含む方法によって作製される。燃料製造用のバイオマス源は、ゴムの木、アカシアの木、ラジアータマツ、カラマツとトウヒとカバノキとの混合物、並びにトウヒ、マツ及びモミから選択される。

40

【0008】

国際公開第2019/069860号パンフレットには、バイオマス固体燃料を製造する装置が開示されている。この装置は、バイオマス成形品を炭化してバイオマス固体燃料を得る炭化炉を含む。この装置は、収量計算ユニット、温度測定ユニット及び制御ユニットをさらに含む。制御ユニットは、バイオマス燃料の自然発火特性に基づいて、炭化炉に適用される熱を制御する。バイオマス成形品は、ペレットがバイオマス成形品に成形される前に、バイオマス源を前記ペレットに微粉碎することによって形成される。バイオマス源は、ゴムの木、アカシア、フタバガキ、ラジアータマツ、カラマツとトウヒとカバノキとの混合物、又はトウヒとマツとモミとの混合物から選択される。

【0009】

50

国際公開第2018/181919号パンフレットには、固体バイオマス燃料を製造する上記に考察された方法と異なる方法が開示されている。この方法は、バイオマス源が熱水中においてバイオマスを炭化するように加圧される、バイオマスの熱水炭化ステップを伴う。この方法は、高い粉碎性を有するバイオマス燃料を高い収量及び低い製造コストで得る、と報告されている。このバイオマス源は、穀皮、パーム核殻、ココヤシ、タケ、パームヤシの空果房、アプリコット及びナスから選択される。

【0010】

国際公開第2017/175737号パンフレットには、炭化バイオマスを冷却する冷却装置が開示されている。この装置は、半炭化成形バイオマスの冷却効率を改善する。この装置は、水を噴霧することによってバイオマスを冷却する。冷却器は、振動平板及び平板上にある水を噴霧するための噴霧部分を含む。バイオマス燃料は、上記に考察された方法と同一の方法によって製造される。バイオマス燃料を製造するためのバイオマス源は、ベイマツ、ドクニンジン、ヒマラヤスギ、イトスギ、ヨーロッパアカマツ、オールドアーモンドツリー、アーモンドの殻、アカシアの木部、アカシアの樹皮、クルミの殻、サゴヤシ、パームヤシの空果房、メランチ及びゴムの木である。

10

【0011】

最後に、国際公開第2014/050964号パンフレットには、石炭と共に粉碎され得るように、バイオマスの粉碎性を改善する方法が開示されている。この方法は、粉碎された木材バイオマスの水分含有量を10～50%に増加することを伴い、バイオマスを焙焼に付す前に、バイオマスが 0.55 g/cm^3 以上の密度を有するように圧密することを伴う。バイオマス源には、木材チップ、樹皮、鉋屑及びおがくずが含まれる。

20

【0012】

本発明の発明者らは、上記の文書において考察された固体バイオマス燃料及びこれらの製造方法が、関連する様々な問題を有することを理解している。例えば、上記の文章に記載されているバイオマス源は、全て、典型的には、天然においてのみ発生している、かつ商業規模で耕作及び採取することが容易でない植物及び樹木である。本発明者らは、商業規模で容易に成長及び採取できるバイオマス源を有することが有利であることを理解している。バイオマス源の品質及び特定の特徴を制御できるように成長及び採取できるバイオマス源を有することが有利であることも、理解している。

【0013】

加えて、上記の文書に記載されているバイオマス源は、全て木材及び類似した材料から構成されており、当該技術分野で既知の従来 of 微粉碎技術に付されたとき、低い程度の均一性を有する粒子を形成することが、本発明の発明者らによって見いだされている。さらに、バイオマス源を微粉碎することは、微粉碎することが困難であるという木材及び木質材料 (wood-like material) の性質によって、高価なものになる。本発明の本発明者らは、当該技術分野で既知の従来 of 微粉碎技術によってより容易に微粉碎され、微粉碎されたときにより均一のサイズの粒子を形成するバイオマス源を有することが有利であることを、理解している。

30

【0014】

加えて、上記の文章に考察されたバイオマス源から調製され、かつ上記の文章に考察された方法により調製された固体バイオマス燃料は十分な防水特性を有さないことが、本発明者らによって見いだされている。防水特性は、燃焼方法 (それ自体による又は石炭との混焼時に) に使用されるとき、乾燥している (又は少なくとも十分に乾燥している) 必要があるため、固体バイオマス燃料にとって重要である。バイオマス燃料は、保管又は輸送の際に頻繁に水分 (雨水など) に曝露される。したがって、増加した防水能力を有するバイオマス燃料が望ましい。

40

【0015】

本発明者らは、上記の文章に記載されているバイオマス燃料製造方法が、十分な品質及び等質性を有する燃料を提供しないことも理解している。特に、上記に考察された方法は、成形ステップの際にバイオマスの密度に対する十分な制御を提供していない。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0016】

【文献】国際公開第2014/087949号パンフレット

【文献】国際公開第2016/056608号パンフレット

【文献】国際公開第2017/175733号パンフレット

【文献】国際公開第2019/069849号パンフレット

【文献】国際公開第2019/069860号パンフレット

【文献】国際公開第2018/181919号パンフレット

【文献】国際公開第2017/175737号パンフレット

【文献】国際公開第2014/050964号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

本発明は、従来の方法に関連する上記に考察された問題に対処する。固体バイオマス燃料を得るのに有用である特定のバイオマス源を商業規模で成長及び採取できることが、本発明の発明者らにより驚きを持って見いだされている。そのように行うことによって、燃料製造用に定着した一定のバイオマス源を、成長周期で得ることができる。加えて、商業規模での前記バイオマス源の成長及び採取は、例えば、耕作及び育種技術によってバイオマス源の品質及び等質性の制御を可能にする。加えて、前記バイオマス源は従来技術の方法において考察された樹木及び木質源より容易に粉碎され、加工費の低減をもたらすことを見いだされている。本発明に使用されるバイオマス源は、従来技術に使用されるバイオマス源と比較して、粉碎されたときにより大きな均一性を得ることも見いだされている。上記に加えて、本発明の発明者らは、改善された防水特性を有するバイオマス燃料が、本方法の成形及び/又は加熱ステップを変更することによって提供され得ることも見いだしている。本発明の方法における成形及び加熱ステップの制御も、固体バイオマス燃料製品の品質及び等質性を改善すること、並びに燃焼方法における使用にむしろ極めて好ましい特定の物理的特徴を付与することが見いだされている。本発明者らは、バイオマス源の性質が、粉碎、成形及び加熱ステップの特定の特色と一緒に作用して、燃焼方法に使用するために、当該技術分野で既知のものより優れたバイオマス燃料製品が得られることを見いだしている。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の第1の態様によると、

(i) 1又は2以上のバイオマス源を微粉碎して1000µm～6000µmの平均粒子径(D50)を有するバイオマス粉末を得るステップと、

(ii) バイオマス粉末を成形して、バイオマス成形品を得るステップと、

(iii) バイオマス成形品を160～420の温度で0.25～5時間にわたって加熱して、固体バイオマス燃料を得るステップと

を含み、

1又は2以上のバイオマス源が、(i) マメ科(Fabaceae family)の種、(ii) わら(straw)、もみ殻(rice husk)及びヤシ殻(coconut shell)の混合物、又は(iii) アカシア・マンギウム(acacia mangium)、アルビジア・キネンシス(albizia chinensis)及びパラゴムノキ(hevea brasiliensis)の混合物を含む、固体バイオマス燃料を製造する方法が提供される。

【0019】

好ましくは、1又は2以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルスス(calliandra calothyrsus)の種を含む。一実施形態において、1又は2以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルススから本質的になり、さらには全体がカリアンドラ・カロティルススからなり得る。別の実施形態において、1又は2以上のバイオマス源は、カリア

10

20

30

40

50

ンドラ・カロティルススを含み、さらにアカシア・マンギウム、アルビジア・キネンシス、パラゴムノキ、わら、もみ殻又はヤシ殻を含む。一部の実施形態において、1又は2以上のバイオマス源は、i) カリアンドラ・カロティルスス、アカシア・マンギウム、アルビジア・キネンシス及びパラゴムノキ又はii) カリアンドラ・カロティルスス、わら、もみ殻及びヤシ殻を含み得る、から本質的になり得る又はからなり得る。

【0020】

バイオマス成形品を加熱するステップは、好ましくは0.5～3時間にわたって実行される。

【0021】

バイオマス成形品を加熱するステップは、バイオマス成形品を180～350の温度、好ましくは210～280の温度で加熱することを含む。

10

【0022】

好ましくは、バイオマス成形品を加熱するステップは、バイオマス成形品の焙焼を誘導するようにバイオマス成形品を加熱することを含む。

【0023】

好ましくは、この方法は、バイオマス粉末を成形してバイオマス成形品を得るステップの前に、バイオマス粉末を乾燥するステップをさらに含む。

【0024】

好ましくは、この方法は、加熱ステップの後に、固体バイオマス燃料を冷却するステップを含む。

20

【0025】

バイオマス粉末を成形するステップ(ii)は、バイオマス成形品の密度が制御されるように成形ステップを適合させることを含むことができる。好ましくは、バイオマス成形品の密度が制御されるような成形ステップを適合させることは、前記成形ステップに使用される成形型の圧縮比を制御することを含む。

【0026】

バイオマス成形品を加熱するステップ(iii)は、典型的には、固体バイオマス燃料の等質性を制御するように適合される。好ましくは、ステップ(iii)を固体バイオマス製品の等質性を制御するように適合させることは、バイオマス成形品を、加熱する間、回転させる装置において、ステップ(iii)を実施することを含む。より好ましくは、ステップ(iii)を固体バイオマス製品の等質性を制御するように適合させることは、固体バイオマス製品の回転速度又は方向を制御することを含み、任意に、バイオマス成形品は、装置中で反時計回りと時計回りの両方の方向に回転される。

30

【0027】

製造される固体バイオマス燃料の嵩密度は、DIN EN 15103に従って決定して、典型的には0.6kg/l～0.8kg/l、好ましくは0.6kg/l～0.75kg/l、最も好ましくは0.6～0.7kg/lである。

【0028】

製造される固体バイオマス燃料の機械的耐久性は、DIN EN 15210-1に従って決定して、典型的には95%以上、96%以上、97%以上又は98%以上である。

40

【0029】

この方法の一部の実施形態において、1又は2以上のバイオマス源及び固体バイオマス燃料は、以下のとおりである。

(i) 1又は2以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルススを含み、固体バイオマス燃料の嵩密度は、0.64kg/l～0.66kg/lであり、機械的耐久性は、96%以上であり、

(ii) 1又は2以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルスス、アカシア・マンギウム、アルビジア・キネンシス及びパラゴムノキの混合物を含み、固体バイオマス燃料の嵩密度は、0.67kg/l～0.69kg/lであり、機械的耐久性は、98%以上であり、

50

(iii) 1又は2以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルスス、わら、もみ殻及びヤシ殻の混合物を含み、固体バイオマス燃料の嵩密度は、 $0.61 \text{ kg/l} \sim 0.63 \text{ kg/l}$ であり、機械的耐久性は、95%以上であり、

(iv) 1又は2以上のバイオマス源は、わら、もみ殻及びヤシ殻の混合物を含み、固体バイオマス燃料の嵩密度は、 $0.60 \text{ kg/l} \sim 0.62 \text{ kg/l}$ であり、機械的耐久性は、95%以上であり、或いは

(v) 1又は2以上のバイオマス源は、アカシア・マンギウム、アルビジア・キネンシス及びパラゴムノキの混合物を含み、バイオマス固体燃料の嵩密度は、 $0.66 \text{ kg/l} \sim 0.68 \text{ kg/l}$ であり、機械的耐久性は、97%以上であり、

嵩密度は、DIN EN 15103に従って決定され、機械的耐久性は、DIN EN 15210-1に従って決定される。

10

【0030】

典型的には、製造されるバイオマス固体燃料の乾燥硫黄の総含有量は、 $0.05 \text{ wt}\%$ 以下、好ましくは $0.03 \text{ wt}\%$ 以下、最も好ましくは $0.02 \text{ wt}\%$ 以下であり、乾燥硫黄の総含有量は、DIN EN 15289に従って決定される。

【0031】

典型的には、製造されるバイオマス固体燃料の乾燥水素の総含有量は、 $5 \text{ wt}\%$ 以上、好ましくは $5 \text{ wt}\% \sim 10 \text{ wt}\%$ 、より好ましくは $5 \text{ wt}\% \sim 7 \text{ wt}\%$ であり、乾燥水素の総含有量は、DIN EN 15104に従って決定される。

【0032】

典型的には、製造されるバイオマス固体燃料の乾燥酸素の総含有量は、 $34 \text{ wt}\%$ 以上、好ましくは $34 \text{ wt}\% \sim 40 \text{ wt}\%$ 、より好ましくは $34 \text{ wt}\% \sim 38 \text{ wt}\%$ であり、乾燥酸素の総含有量は、DIN EN 15296に従って決定される。

20

【0033】

典型的には、製造されるバイオマス固体燃料の乾燥炭素の総含有量は、 $50 \text{ wt}\%$ 以上、好ましくは $53 \text{ wt}\% \sim 60 \text{ wt}\%$ 、より好ましくは $53 \text{ wt}\% \sim 58 \text{ wt}\%$ であり、乾燥炭素の総含有量は、DIN EN 15104に従って決定される。

【0034】

典型的には、製造されるバイオマス固体燃料の乾燥窒素の総含有量は $0.3 \text{ wt}\%$ 未満、好ましくは $0.25 \text{ wt}\%$ 未満、より好ましくは $0.2 \text{ wt}\%$ 未満であり、乾燥窒素の総含有量は、DIN EN 15104に従って決定される。

30

【0035】

典型的には、製造される固体バイオマス燃料は、20日まで、好ましくは30日まで、より好ましくは40日まで防水性である。

【0036】

典型的には、製造される固体バイオマス燃料の化学的酸素要求量(COD)は、水に浸漬されたとき、 5000 ppm 以下、好ましくは 4000 ppm 以下、最も好ましくは 3000 ppm 以下であり、化学的酸素要求量は、GB / 11914-89に従って決定される。

【0037】

典型的には、製造される固体バイオマス燃料の固定炭素含有量は、 $25 \text{ wt}\%$ 以上、好ましくは $25 \text{ wt}\% \sim 35 \text{ wt}\%$ 、より好ましくは $25 \text{ wt}\% \sim 32 \text{ wt}\%$ であり、固定炭素含有量は、DIN EN 51734に従って決定される。

40

【0038】

典型的には、製造される固体バイオマス燃料の灰含有量は $5 \text{ wt}\%$ 未満、好ましくは $2.5 \text{ wt}\%$ 未満、最も好ましくは $2 \text{ wt}\%$ 未満であり、灰含有量は、DIN EN 14775に従って 550 で決定される。

【0039】

典型的には、製造される固体バイオマス燃料の水分含有量は $5 \text{ wt}\%$ 未満、好ましくは $2.5 \text{ wt}\%$ 未満、最も好ましくは $2 \text{ wt}\%$ 未満であり、水分含有量は、DIN EN 1

50

4774に従って決定される。

【0040】

典型的には、製造される固体バイオマス燃料の揮発物含有量は、60wt%~80wt%、より好ましくは60wt%~70wt%であり、揮発物含有量は、DIN EN 15148に従って決定される。

【0041】

典型的には、製造される固体バイオマス燃料の発熱量は、5000kcal/kg乾燥質量~7000kcal/kg乾燥質量であり、発熱量は、DIN EN 14918に従って決定される。

【0042】

典型的には、バイオマス成形品の嵩密度はAであり、固体バイオマス燃料の嵩密度はBであり、B/Aは0.55~1であり、嵩密度は、DIN EN 15103に従って決定される。

【0043】

本発明の第2の態様によると、本発明の第1の態様に従った方法により得られる又は得られた固体バイオマス燃料が提供される。

【0044】

本発明の第3の態様によると、1又は2以上のバイオマス源に由来する固体バイオマス燃料が提供され、1又は2以上のバイオマス源は、(i)マメ科の種、(ii)わら、もみ殻及びヤシ殻の混合物、又は(iii)アカシア・マンギウム、アルビジア・キネンシス及びパラゴムノキの混合物を含む。

【0045】

好ましくは、1又は2以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルススの種を含む。一実施形態において、1又は2以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルススから本質的になり、さらにはカリアンドラ・カロティルススからなる。

【0046】

別の実施形態において、1又は2以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルススを含み、さらにアカシア・マンギウム、アルビジア・キネンシス、パラゴムノキ、わら、もみ殻又はヤシ殻を含む。一部の実施形態において、1又は2以上のバイオマス源は、i)カリアンドラ・カロティルスス、アカシア・マンギウム、アルビジア・キネンシス及びパラゴムノキ又はii)カリアンドラ・カロティルスス、わら、もみ殻及びヤシ殻を含み得る、から本質的になり得る又はからなり得る。

【0047】

固体バイオマス燃料の嵩密度は、DIN EN 15103に従って決定して、典型的には0.6kg/l~0.8kg/l、好ましくは0.6kg/l~0.75kg/l、最も好ましくは0.6~0.7kg/lである。

【0048】

固体バイオマス燃料の機械的耐久性は、DIN EN 15210-1に従って決定して、典型的には95%以上、96%以上、97%以上又は98%以上である。

【0049】

一部の実施形態において、方法、1又は2以上のバイオマス源及び固体バイオマス燃料は、以下のとおりである。

(i) 1又は2以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルススを含み、固体バイオマス燃料の嵩密度は、0.64kg/l~0.66kg/lであり、機械的耐久性は、96%以上であり、

(ii) 1又は2以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルスス、アカシア・マンギウム、アルビジア・キネンシス及びパラゴムノキの混合物を含み、固体バイオマス燃料の嵩密度は、0.67kg/l~0.69kg/lであり、機械的耐久性は、98%以上であり、

(iii) 1又は2以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルスス、わら、もみ殻

10

20

30

40

50

及びヤシ殻の混合物を含み、固体バイオマス燃料の嵩密度は、 $0.61 \text{ kg/l} \sim 0.63 \text{ kg/l}$ であり、機械的耐久性は、95%以上であり、

(iv) 1又は2以上のバイオマス源は、わら、もみ殻及びヤシ殻の混合物を含み、固体バイオマス燃料の嵩密度は、 $0.60 \text{ kg/l} \sim 0.62 \text{ kg/l}$ であり、機械的耐久性は、95%以上であり、或いは

(v) 1又は2以上のバイオマス源は、アカシア・マンギューム、アルビジア・キネンシス及びパラゴムノキの混合物を含み、バイオマス固体燃料の嵩密度は、 $0.66 \text{ kg/l} \sim 0.68 \text{ kg/l}$ であり、機械的耐久性は、97%以上であり、

嵩密度は、DIN EN 15103に従って決定され、機械的耐久性は、DIN EN 15210-1に従って決定される。

10

【0050】

典型的には、バイオマス固体燃料の乾燥硫黄の総含有量は、0.05wt%以下、好ましくは0.03wt%以下、最も好ましくは0.02wt%以下であり、乾燥硫黄の総含有量は、DIN EN 15289に従って決定される。

【0051】

典型的には、バイオマス固体燃料の乾燥水素の総含有量は、5wt%以上、好ましくは5wt%～10wt%、より好ましくは5wt%～7wt%であり、乾燥水素の総含有量は、DIN EN 15104に従って決定される。

【0052】

典型的には、バイオマス固体燃料の乾燥酸素の総含有量は、34wt%以上、好ましくは34wt%～40wt%、より好ましくは34wt%～38wt%であり、乾燥酸素の総含有量は、DIN EN 15296に従って決定される。

20

【0053】

典型的には、バイオマス固体燃料の乾燥炭素の総含有量は、50wt%以上、好ましくは53wt%～60wt%、より好ましくは53wt%～58wt%であり、乾燥炭素の総含有量は、DIN EN 15104に従って決定される。

【0054】

典型的には、バイオマス固体燃料の乾燥窒素の総含有量は0.3wt%未満、好ましくは0.25wt%未満、より好ましくは0.2wt%未満であり、乾燥窒素の総含有量は、DIN EN 15104に従って決定される。

30

【0055】

典型的には、固体バイオマス燃料は、20日まで、好ましくは30日まで、より好ましくは40日まで防水性である。

【0056】

典型的には、固体バイオマス燃料の化学的酸素要求量(COD)は水に浸漬されたとき、5000ppm以下、好ましくは4000ppm以下、最も好ましくは3000ppm以下であり、化学的酸素要求量は、GB/11914-89に従って決定される。

【0057】

典型的には、製造される固体バイオマス燃料の固定炭素含有量は、25wt%以上、好ましくは25wt%～35wt%、より好ましくは25wt%～32wt%であり、固定炭素含有量は、DIN EN 51734に従って決定される。

40

【0058】

典型的には、製造される固体バイオマス燃料の灰含有量は5wt%未満、好ましくは2.5wt%未満、最も好ましくは2wt%未満であり、灰含有量は、DIN EN 14775に従って550で決定される。

【0059】

典型的には、製造される固体バイオマス燃料の水分含有量は5wt%未満、好ましくは2.5wt%未満、最も好ましくは2wt%未満であり、水分含有量は、DIN EN 14774に従って決定される。

【0060】

50

典型的には、製造される固体バイオマス燃料の揮発物含有量は、60wt%～80wt%、より好ましくは60wt%～70wt%であり、揮発物含有量は、D I N E N 15148に従って決定される。

【0061】

典型的には、製造される固体バイオマス燃料の発熱量は、5000kcal/kg乾燥質量～7000kcal/kg乾燥質量であり、発熱量は、D I N E N 14918に従って決定される。

【0062】

典型的には、バイオマス成形品の嵩密度はAであり、固体バイオマス燃料の嵩密度はBであり、比B/Aは0.55～1であり、嵩密度は、D I N E N 15103に従って決定される。

10

【0063】

本発明の第4の態様によると、エネルギーを生み出すために本発明の第2及び第3の態様による固体バイオマス燃料を燃焼するステップを含む、燃焼方法が提供される。

【0064】

一実施形態において、固体バイオマス燃料は化石燃料と共に混焼及び燃焼される。好ましくは、化石燃料は石炭を含む。

【0065】

一実施形態において、この方法のPM1.0排出量は、175mg/kg未満、好ましくは150mg/kg未満である。

20

【0066】

本発明の第5の態様によると、燃焼方法における燃料として、本発明の第2及び第3の態様による固体バイオマス燃料の使用が提供される。

【0067】

好ましくは、燃焼方法は、固体バイオマス燃料を化石燃料と共に混焼することを含む。好ましくは、化石燃料は石炭である。

【0068】

一実施形態において、この方法のPM1.0排出量は、175mg/kg未満、好ましくは150mg/kg未満である。

【0069】

本発明の第6の態様によると、固体バイオマス燃料を製造するための1又は2以上のバイオマス源の使用であって、1又は2以上のバイオマス源は、(i)マメ科の種、(ii)わら、もみ殻及びヤシ殻の混合物、又は(iii)アカシア・マンギウム、アルビジア・キネンシス及びパラゴムノキの混合物を含む、使用が提供される。

30

【0070】

好ましくは、1又は2以上のバイオマス源は、本発明の第1及び第3の態様により上記に記載されたとおりのものである。

【0071】

好ましくは、この使用は、本発明の第1の態様に従った方法における1又は2以上のバイオマス源の使用を含む。

40

【0072】

好ましくは、固体バイオマス燃料は、本発明の第1及び第3の態様により上記に記載されたとおりのものである。

【図面の簡単な説明】

【0073】

ここで本発明は、例として、添付の図面を参照しながら記載される。

【図1】y軸における本発明の方法により製造されたバイオマス成形品の収量に対するx軸における圧縮比を描写するグラフであり、バイオマス源はカリアンドラ・カロティルスからなる。

【図2】y軸における本発明の方法により製造されたバイオマス成形品の密度kg/lに

50

対する x 軸における圧縮比を描写するグラフであり、バイオマス源はカリアンドラ・カロティルススからなる。

【図 3】本発明のバイオマス燃料製品の写真である。

【図 4】本発明のいくつかの製品の嵩密度を描写するグラフである。

【図 5】本発明のいくつかの製品の耐久性を描写するグラフである。

【図 6】本発明のいくつかの製品の硫黄含有量を描写するグラフである。

【図 7】本発明のいくつかの製品の酸素含有量を描写するグラフである。

【図 8】本発明のいくつかの製品の炭素含有量を描写するグラフである。

【図 9】本発明のいくつかの製品の窒素含有量を描写するグラフである。

【図 10】本発明のいくつかの製品の炭素含有量を描写するグラフである。

10

【図 11】本発明のいくつかの製品の炭含有量を描写するグラフである。

【図 12】本発明のいくつかの製品の水分含有量を描写するグラフである。

【図 13】本発明のいくつかの製品の揮発物含有量を描写するグラフである。

【図 14】本発明のいくつかの製品の PM_{1.0} 排出量を描写するグラフである。

【図 15】人工気候室における本発明の製品の試験結果を示す図である。

【図 16】人工気候室における本発明の製品の別の試験結果を示す図である。

【図 17】気候室における試験後の本発明のいくつかの製品の外観水分含有量の結果を示す図である。

【図 18】人工気候室における本発明の製品の別の試験結果を示す図である。

【図 19】本発明の方法の成形ステップに使用することができる圧縮成形型のダイアグラムである。

20

【図 20】本発明の方法の成形ステップに使用することができる圧縮成形型のダイアグラムである。

【図 21】本発明の固体バイオマス燃料ペレットの様々な物理的及び化学的特性を示す図である。

【図 22】本発明の固体バイオマス燃料ペレットの様々な物理的及び化学的特性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0074】

バイオマス源

30

本発明に従って使用される 1 又は 2 以上のバイオマス源は、上記に考察されたもののいずれであってもよい。むしろ好ましい実施形態において、1 又は 2 以上のバイオマス源は、カリアンドラ・カロティルススを含む、から本質的になる又はからなる。1 又は 2 以上のバイオマス源がカリアンドラ・カロティルスス及び 1 又は 2 以上の追加的なバイオマス源を含む場合、1 又は 2 以上のバイオマス源は、5 wt% ~ 95 wt% など、任意の特定の量のカリアンドラ・カロティルススを含むことができる。典型的には、1 又は 2 以上のバイオマス源がカリアンドラ・カロティルスス及び 1 又は 2 以上の追加的なバイオマス源を含む場合、カリアンドラ・カロティルススは、1 又は 2 以上のバイオマス源の 50 wt% ~ 90 wt% の量で存在する。1 又は 2 以上のバイオマス源が、わら、もみ殻及びヤシ殻の混合物、又はアカシア・マンギウム、アルビジア・キネンシス及びパラゴムノキの混合物を含む又はからなる場合、1 又は 2 以上のバイオマス源のそれぞれの構成成分は、5 wt% ~ 95 wt% の量など、任意の適切な量で存在することができる。上記に考察された 1 又は 2 以上のバイオマス源は、それぞれ、当該技術分野で既知の日常的方法によって得る又は採取することができる。

40

【0075】

上記に考察されたように、本発明に使用される 1 又は 2 以上のバイオマス源を商業規模で成長させ、採取することができ、従来技術に使用された樹木材料と比較して、バイオマス源の品質及び特定の特徴に対して大きな制御を得ることができることを見いだされている。前記材料の使用は、森林伐採などを必要とする樹木の使用に関連する環境破壊も回避する。本発明に使用される 1 又は 2 以上のバイオマス源の使用は、前記の従来使用された

50

材料より容易に粉碎され、粉碎方法における費用を低減することも、驚きを持って見いだされている。本発明の材料の使用は、粉碎されたとき、前記の従来使用された材料より均一な粒径ミックスも与える。理論に制限されることなく、これは、より大きな等質性及びバイオマス燃料製品の連続性などの有利な特性を最終固体燃料製品に付与すると考えられる。これは、多くの理由で燃焼方法にとって望ましいものである。

【0076】

バイオマスの微粉碎

バイオマス源を、当該技術分野で既知の標準的な技術によりバイオマス粉末に微粉碎することができる。バイオマス源を、バイオマス粉末が $1000\mu\text{m} \sim 6000\mu\text{m}$ の平均粒子径(D50)を有するよう微粉碎することができる。上記に考察されたように、本発明に使用するために特定のバイオマス源を微粉碎することは、従来の既知のバイオマス源を粉碎することによって提供されるものより有利に小さな粒径分布を有するバイオマス粉末が得られることが見いだされている。

10

【0077】

バイオマス粉末の成形

バイオマス粉末は、バイオマス成形品を得るように成形される。成形ステップは、当該技術分野で既知の任意の成形装置において、当該技術分野で既知のバイオマス成形技術により実行することができ、押し出し系が含まれ得る。好ましくは、成形ステップは、圧縮成形型において実行される。好ましくは、圧縮成形型は、成形製品退出口を含む。成形ステップは、中国特許第105435708号に記載されている装置を使用して実行することができる。

20

【0078】

好ましくは、成形ステップは、バイオマス粉末をペレットに成形することを含む。したがって、好ましい実施形態において、バイオマス成形品はバイオマスペレットを含む。

【0079】

バイオマス粉末を成形してバイオマス成形品を製造することは知られているが、本発明の本発明者らは、前記ステップから製造されるバイオマス成形品の密度を特定の範囲内に制御するように成形ステップを適合させることが、最終固体バイオマス燃料製品に有利な特性を付与することを、驚きを持って発見している。具体的には、バイオマス成形品の嵩密度が $0.9 \sim 1.6\text{kg/l}$ の範囲内になるように成形ステップを制御することは、最終バイオマス燃料製品に有利な特性を付与することが見いだされている。好ましくは、成形ステップは、バイオマス成形品の嵩密度が $1.1\text{kg/l} \sim 1.25\text{kg/l}$ になるように制御される。

30

【0080】

成形ステップを種々の方法により制御することができる。成形方法が圧縮成形型の使用を含む場合、密度は $3.8 \sim 6.5$ の圧縮比を使用して制御される。典型的には、圧縮比が小さいほど、バイオマス成形品の密度が低くなる。しかし、圧縮比が高いほど、バイオマス成形品の収量が低くなる。

【0081】

成形製品退出口を有する圧縮成形型の圧縮比は、成形製品退出口の直径に対する長さの比として定義され得る。

40

【0082】

図19及び20は、本発明に従って使用することができる圧縮成形型の例を示す。バイオマス粉末は、図の成形製品退出口から退出するような圧力により成形型の内側から絞り出される前に、成形型の内部に挿入される。圧縮比は、製品出口の直径に対する長さの比として図に示されている。

【0083】

本発明の方法において、好ましくは、バイオマス粉末を成形するステップ(ii)は、バイオマス成形品の密度が $1.1\text{kg/l} \sim 1.25\text{kg/l}$ の範囲内に制御されるように成形ステップを適合させることを含む。好ましくは、密度は、圧縮成形型を使用して、圧

50

縮成型の圧縮比を制御することによって制御される。より好ましくは、圧縮比は3.8～6.5である。

【0084】

成形ステップの際にバイオマス成形品の密度を制御することは、増加した防水能力を有する最終バイオマス燃料製品を得ることが驚きを持って見いだされている。好ましくは、1.1kg/l～1.25kg/lの範囲内の密度を有するバイオマス成形品から製造される固体バイオマス燃料製品は、20日まで、好ましくは30日まで十分な防水性がある。

【0085】

図1は、y軸における本発明の方法により製造されたバイオマス成形品の収量に対するx軸における圧縮比を描写するグラフであり、バイオマス源はカリアンドラ・カロティルスからなる。

10

【0086】

図2は、y軸における本発明の方法により製造されたバイオマス成形品の密度kg/lに対するx軸における圧縮比を描写するグラフであり、バイオマス源はカリアンドラ・カロティルスからなる。

【0087】

バイオマス成形品の加熱

バイオマス成形品は、固体バイオマス燃料を製造するように加熱される。加熱は、160～420の温度で0.25～5時間にわたって実行される。好ましくは、バイオマス成形品を加熱するステップは、0.5～3時間にわたって実行される。好ましくは、バイオマス成形品を加熱するステップは、バイオマス成形品を180～350の温度、より好ましくは210～280の温度で加熱することを含む。

20

【0088】

上記に考察されたように、好ましくは、本発明の方法の加熱ステップ(iii)により加熱される場合、バイオマス成形品はペレットを含む。

【0089】

好ましくは、バイオマス成形品を加熱するステップ(iii)は、バイオマス成形品の焙焼を誘導するような条件下でバイオマス成形品を加熱することを含む。焙焼は、加熱が10%未満の酸素含有量の雰囲気のような低酸素雰囲気下で実行される、軽度の熱分解方法である。焙焼の適切な条件及び方法は、当該技術分野で知られている。したがって、好ましくはバイオマス成形品の加熱ステップ(iii)は、焙焼を含む。ペレットを含むバイオマス成形品の使用は、木材チップなどの粉碎バイオマス源がペレットに直接粉碎されることなく焙焼に付される従来の既知の焙焼方法より有利である。ペレットは一般に木材チップより密度がはるかに高く、すなわち、ペレットは単位容積当たりより多くのエネルギーを含有することを意味する。容積が低いほど、焙焼加熱装置のエネルギー必要量を節約する。したがって、ペレットの使用はより経済的である。加熱ステップは、固体バイオマス燃料製品を製造するために、バイオマス成形品を加熱する当該技術分野で既知の任意の適切な装置において実行することができる。例えば、加熱ステップは、ヨーロッパ特許出願第3287509A1号公報に開示されている装置及び作業条件の使用によって実行することができる。

30

40

【0090】

好ましくは、バイオマス成形品の加熱ステップ(iii)は、固体バイオマス燃料の等質性を制御するように適合され、任意に、ステップ(iii)を固体バイオマス製品の等質性を制御するように適合させることは、バイオマス成形品が加熱される際に回転される装置においてステップ(iii)を実施することを含み、任意に、ステップ(iii)を固体バイオマス製品の等質性を制御するように適合させることは、固体バイオマス製品の回転速度又は方向を制御することを含み、任意に、バイオマス成形品は、装置中で反時計回りと時計回りの両方の方向に回転させる。バイオマス製品の等質性も、上記に考察された加熱温度及び時間により最適化される。

【0091】

50

本発明の方法が、バイオマスの加熱ステップの後に冷却ステップを含む場合、冷却ステップはバイオマスを回転することを含んでもよい。バイオマスは、ヨーロッパ特許出願第3287509A1号公報に開示されている装置などの適切な装置において回転させ得る。好ましくは、加熱ステップ(iii)及びバイオマスを冷却するステップは、両方ともバイオマスを回転することを含む。バイオマスが冷却ステップ又は加熱ステップのいずれかにおいて回転される場合、バイオマスは、連続サイクルで時計回り及び反時計回りの両方など異なる方向に回転させ得る。

【0092】

固体バイオマス製品の「等質性(uniformity)」という用語は、固体バイオマス燃料のそれぞれの粒子にわたって及び固体バイオマス燃料製品の大口試料(bulk sample)内の複数の粒子にわたって一定又は類似した特性を有する固体バイオマス燃料製品を指すために使用される。例えば、粒子の密度、粒子の燃焼の容易性、粒子の化学的組成及び粒子の耐水特性であるが、これらに限定されない。等質性は、燃焼方法に使用されるバイオマス燃料にとって極めて望ましい特性である。

10

【0093】

上記に考察された方法によって加熱ステップを制御することは、従来技術のバイオマス燃料と比較して、向上した防水特性を有する固体バイオマス燃料製品を得ることに追加的な助けとなることも、本発明者らによって見いだされている。

【0094】

固体バイオマス燃料製品

20

固体バイオマス燃料製品は、上記に考察された物理的特性のいずれも有することができる。

【0095】

上記に考察されたように、本発明のバイオマス固体燃料は、好ましくはペレットを含む。ペレットは任意の適切なサイズでもあり得る。好ましくは、ペレットは、3mm~100mm、より好ましくは5mm~8mmの直径を有する。好ましくは、ペレットは、20mm~60mm、より好ましくは30mm~50mmの長さを有する。上記に考察されたように、驚くべきことに、本発明の固体バイオマス燃料製品は、従来技術の方法により作製された固体バイオマス燃料製品と比較して、向上した防水特性を有することが見いだされている。これは、上記に考察された成形及び/又は加熱ステップの制御によるものであると考えられる。従来技術のバイオマス燃料は、わずか10日までしか十分な防水性がないことが、本発明者らによって見いだされている。対照的に、本発明の固体バイオマス燃料製品は、20日、好ましくは30日、より好ましくは40日まで十分な防水性があることが見いだされている。

30

【0096】

固体バイオマス燃料の防水特性は、Energy Research Centre of the Netherlands (ECN)の標準試験に従って決定され、下記にさらに詳述される。

【0097】

本発明のバイオマス固体燃料の水分含有量も、標準的なECN試験方法によって決定することができる。本発明の固体バイオマス燃料の水分含有量は、典型的には5~9wt%、好ましくは6~8wt%、より好ましくは6~7wt%である。

40

【0098】

本発明の固体バイオマス燃料は、予想外に高い機械的耐久性を有することも見いだされている。機械的耐久性は、典型的には95%を超える。95%以上の機械的耐久性のバイオマスペレットが、2か月間にわたって損傷なしで屋外に保管され得ることが見いだされているので、このことは有利である。対照的に、95%未満の機械的耐久性を有するバイオマスペレットは、典型的には降雨によって損傷を受けており、屋外に保管することはできない。したがって、高い機械的耐久性は、本発明のバイオマスペレットの追加的な利点である。

【0099】

50

固体バイオマス燃料粒子の高い耐久性に関連する追加的な利点は、ペレットが力によっていくらか壊れる場合、低い機械的耐久性を有するペレットより大きな破片に崩壊することである。このことは、任意の粉塵爆発の危険性を最小限にする。

【0100】

燃焼方法

本発明の製品を種々の異なる燃焼方法に使用することができる。特定の方法に使用される前記製品の適合性は、当業者には明白である。例えば本発明のバイオマス燃料を、発電所の燃焼方法又はそれ自体の工業プロセスに使用することができる。あるいは、本発明のバイオマス製品を、混焼方法における石炭などの追加的な燃料と共に、燃焼方法に使用することができる。

10

【0101】

有利なことに、本発明の製品は、当該技術で既知の他のバイオマス燃料と比較して、非常に低いPM1.0排出量をもたらすことが見いだされている。加えて、本方法のPM1.0排出量は、石炭の燃料を伴う方法より低い。

【0102】

有利なことに、本発明のバイオマス燃料の改善された物理的特性は、バイオマスを石炭との混焼に対して特に適切なものに行っていることが見いだされている。例えば、製品の改善された品質及び等質性は、本発明のバイオマス燃料が石炭と特に好適に混焼することを可能にしている。本発明のバイオマス燃料の改善された防水特性は、バイオマスが石炭と特に良好に混焼すること、並びに防水の性質のために保管及び輸送が容易になることも意味する。

20

【実施例1】

【0103】

本発明の方法を実行した。バイオマス源はカリアンドラ・カロティルスのみであった。加熱ステップの温度は、0.5～3.5時間にわたり220～280であり、冷却して固体バイオマス燃料を得た。

【0104】

固体製品の写真を図3に示す。

【実施例2】

【0105】

本発明の方法を実行した。バイオマス源は、70wt%の量のカリアンドラ・カロティルス、10wt%の量のアカシア・マンギウム、10wt%の量のユーカリ（アルピジア・キネンシス）及び10wt%の量のゴムの木（パラゴムノキ）であった。

30

【0106】

加熱ステップの温度は、0.5～3.5時間にわたり220～280であり、冷却して固体バイオマス燃料を得た。

【実施例3】

【0107】

本発明の方法を実行した。バイオマス源は、70wt%の量のカリアンドラ・カロティルス、10wt%の量のわら、10wt%の量のもみ殻及び10wt%の量のヤシ殻であった。

40

【0108】

加熱ステップの温度は、0.5～3.5時間にわたり220～280であり、冷却して固体バイオマス燃料を得た。

【実施例4】

【0109】

本発明の方法を実行した。バイオマス源は、40wt%の量のわら、10wt%の量のもみ殻及び50wt%の量のヤシ殻であった。

【0110】

加熱ステップの温度は、0.5～3.5時間にわたり220～280であり、冷却

50

して固体バイオマス燃料を得た。

【実施例 5】

【0111】

本発明の方法を実行した。バイオマス源は、30 wt %の量のアカシア・マンギューム、30 wt %の量のアルピジア・キネンシス及び40 wt %の量のゴムの木（パラゴムノキ）であった。

【0112】

加熱ステップの温度は、0.5～3.5時間にわたり220～280であり、冷却して固体バイオマス燃料を得た。

【0113】

実施例 1～5の固体バイオマス燃料の特性決定

実施例 1～5において製造された固体バイオマス燃料の嵩密度 kg/l を図 4 に示す。嵩密度は DIN EN 15103 を使用して 0.643 kg/l と決定された。

【0114】

実施例 1～5において製造された固体バイオマス燃料の耐久性を図 5 に示す。耐久性は DIN EN 15210-1 に従って決定した。

【0115】

実施例 1～5において製造された固体バイオマス燃料の硫黄含有量を図 6 に示す。硫黄含有量は DIN EN 15289 に従って決定した。

【0116】

実施例 1～5において製造された固体バイオマス燃料の酸素含有量を図 7 に示す。酸素含有量は DIN EN 15296 に従って決定した。

【0117】

実施例 1～5において製造されたバイオマス固体燃料の炭素含有量を図 8 に示す。炭素含有量は DIN EN 15104 に従って決定した。

【0118】

実施例 1～5において製造されたバイオマス固体燃料の窒素含有量を図 9 に示す。窒素含有量は DIN EN 15104 に従って決定した。

【0119】

実施例 1～5において製造されたバイオマス固体燃料の固定炭素含有量を図 10 に示す。固定炭素含有量は DIN EN 51734 に従って決定した。

【0120】

実施例 1～5において製造されたバイオマス固体燃料の灰含有量を図 11 に示す。灰含有量は DIN EN 14775 に従って 550 で決定される。

【0121】

実施例 1～5において製造されたバイオマス固体燃料の水分含有量を図 12 に示す。水分含有量は DIN EN 14774-2 に従って決定した。

【0122】

実施例 1～5において製造された固体バイオマス燃料の揮発物含有量を図 13 に示す。

【0123】

実施例 1～5において製造されたバイオマス固体燃料の PM1.0 排出量を図 14 に示す。PM1.0 排出量は、ドイツの ECN 試験機関の標準的な方法に従って決定される。

【0124】

上記の図において、実施例 1 の製品は A と示され、実施例 2 は B と示され、実施例 3 は C と示され、実施例 4 は D と示され、実施例 5 は E と示されている。

【実施例 6】

【0125】

実施例 1 の固体バイオマス燃料を人工気候室実験において試験し、人工気候室に 10 日間曝露した。試験は、バイオマス燃料粒子の水分含有量を評価する ECN の標準試験である。

10

20

30

40

50

【0126】

この試験の結果を図15に示す。図15の結果は、27℃及び90%相対湿度の条件下にほぼ14日間曝露された後、バイオマスペレットの平衡水分取込量が6～7wt%で安定化したことを示している。これは焙焼されたバイオマスペレットにとって低い水分含有量であり、バイオマスペレットが、当該技術分野で既知のバイオマス固体燃料と比較して、高い疎水性を有すること及び高い防水性を有することを示している。

【0127】

気候室 (climate chamber) における第2の実験では、バイオマス固体燃料を15分間水に浸漬した後、気候室において27℃の温度に曝露した。水に浸漬した後、試料の水分含有量は90wt%であった。気候室での10日間の曝露の後、燃料の水分含有量は、ほ

10

【実施例7】

【0128】

気候室実験を実施例2～5の製品において繰り返した。

【0129】

図17は、実施例1～5の製品の外観水分含有量を示す。バイオマスペレットの外観水分含有量及び実測水分含有量は、非常に類似していることがわかる。

【0130】

図15～18において、y軸の値は、バイオマスペレットの水分の重量パーセントである。

20

【実施例8】

【0131】

図21及び22は、本発明の固体バイオマス燃料ペレットの様々な物理的及び化学的特性を示す。

30

40

50

【図面】

【図 1】

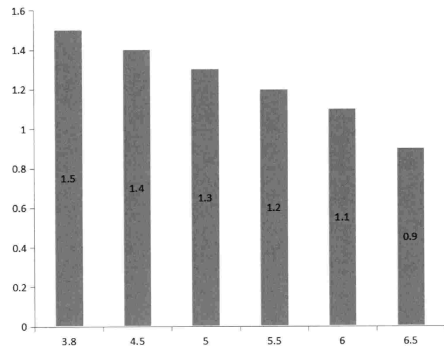


Figure 1

【図 2】

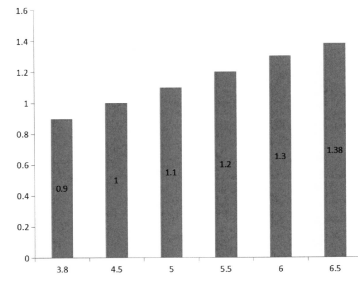


Figure 2

10

【図 3】



Figure 3

【図 4】

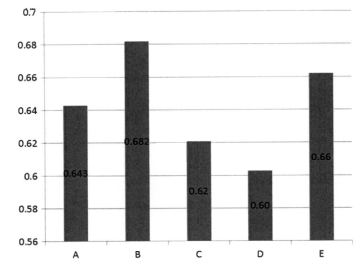


Figure 4

20

【図 5】

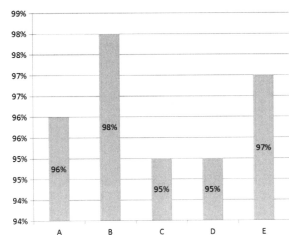


Figure 5

【図 6】

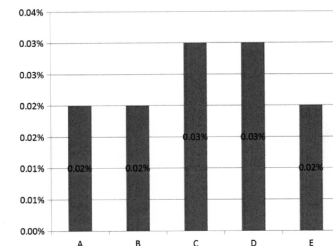


Figure 6

30

40

50

【 7 】

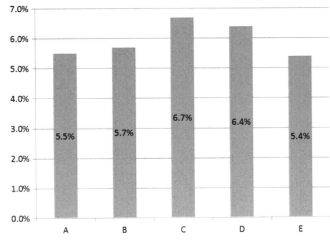


Figure 7

【 8 】

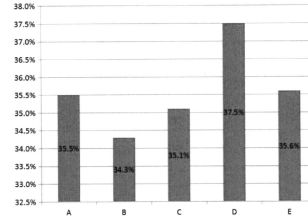


Figure 8

10

【 9 】

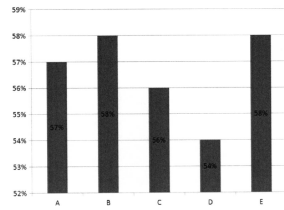


Figure 9

【 10 】

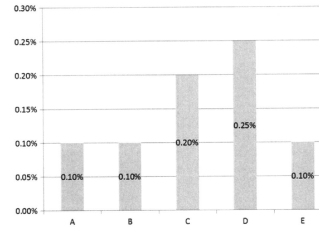


Figure 10

20

【 11 】

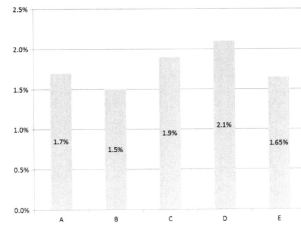


Figure 11

【 12 】

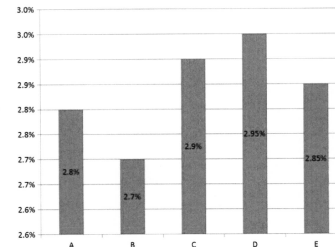


Figure 12

30

40

50

【 13 】

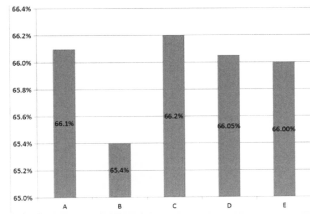


Figure 13

【 14 】

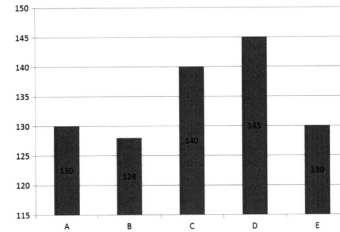


Figure 14

【 15 】

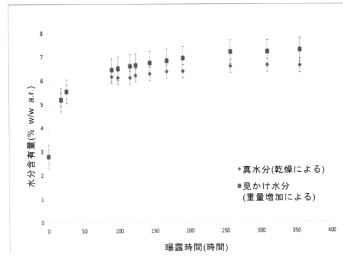


Figure 15

【 16 】

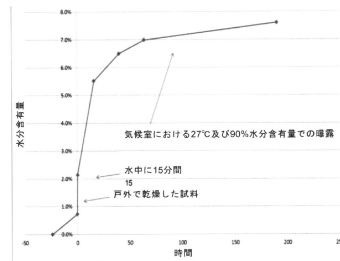


Figure 16

【 17 】

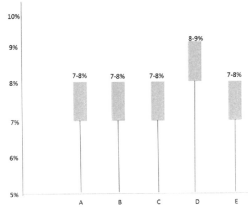


Figure 17

【 18 】

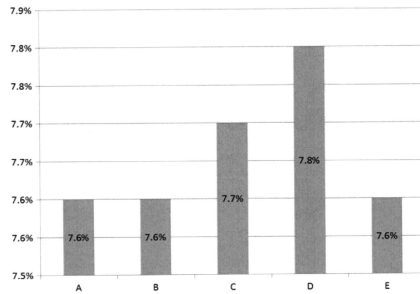


Figure 18

10

20

30

40

50

【図 19】

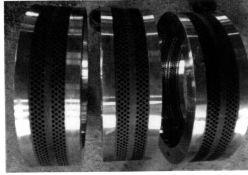
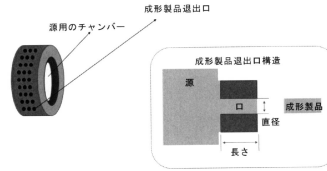


Figure 19

【図 20】



圧縮比:リング状成形品出入口の直径に対する長さの比

圧縮比=長さ/直径

Figure 20

【図 21】

パラメーター	単位	LOG (d)	方法	値 (a)	値 (b)	値 (c)	値 (d)	値 (e)	注
平均直径	mm		EN 16127	7.7	-	-	-	-	B1
平均長さ	mm		EN 16127	9.3	-	-	-	-	B1
最小長さ 45mmを記入	mm		EN 16127	45	-	-	-	-	B1
重量	質量%		EN 16127	未検出	-	-	-	-	B1
重量	質量%	0.1	DIN EN 14774-2	96.8	96.6	-	-	-	B1
水分	質量%	0.1	DIN EN 14774-2	3.2	3.4	-	-	-	B1
灰(650℃)	質量%	0.1	DIN EN 14774-2	1.89	1.62	1.64	-	-	B1
灰(815℃)	質量%	0.1	DIN EN 14774-2	1.25	1.27	1.29	-	-	B1
水不溶性残物	質量%	0.1	DIN EN 15148	-	70.7	-	-	-	B1
揮発物	質量%	0.1	DIN EN 15148	66.1	66.3	70.3	71.2	-	B1
固定炭素	質量%	0.1	DIN EN 15148	27.5	28.0	28.4	28.8	-	B1
揮発	質量%	0.01	DIN EN 15289	0.015	0.015	0.015	0.015	-	B1
揮発	質量%	0.01	DIN EN 15289	0.018	0.019	0.019	0.019	-	B1
炭素	質量%	0.1	DIN EN 15104	55.1	55.1	55.9	57.5	-	B1
水素	質量%	0.1	DIN EN 15104	5.34	5.23	5.31	5.38	-	B1
窒素	質量%	0.1	DIN EN 15104	0.20	0.20	0.19	0.20	-	B1
酸素	質量%	0.1	DIN EN 15296	35.1	35.8	36.3	36.8	-	B1
総CV、定数v	kJ/kg	0.5	DIN EN 14618	22.03	22.44	22.78	23.06	-	B1
総CV、定数d	kJ/kg	0.5	DIN EN 14618	20.83	21.26	21.80	21.89	-	B1
総CV、定数v	kJ/kg	0.5	DIN EN 14618	20.90	21.32	21.67	21.95	-	B1
総CV、定数v	kJ/kg	100	DIN EN 14618	1302	1328	1406	1507	-	B1
総CV、定数d	kJ/kg	100	DIN EN 14618	4976	5078	5180	5227	-	B1
総CV、定数v	kJ/kg	120	DIN EN 14618	4992	5093	5175	5242	-	B1
総CV、定数v	MJ/N	0.14	DIN EN 14618	6.120	6.225	6.322	6.355	-	B1
総CV、定数d	MJ/N	0.14	DIN EN 14618	5.787	5.899	6.011	6.080	-	B1
総CV、定数v	MJ/N	0.14	DIN EN 14618	5.805	5.923	6.019	6.097	-	B1
総CV、定数v	BTU/Lb	210	DIN EN 14618	6472	6646	6936	6973	-	B1
総CV、定数d	BTU/Lb	210	DIN EN 14618	5867	6141	6308	6400	-	B1
総CV、定数v	BTU/Lb	210	DIN EN 14618	6880	6948	6935	6438	-	B1

a: 「受け取ったままの」状態から計算した結果
 a): 「空気乾燥」状態から計算した結果
 -注文なし/該当なし
 LOG: 定置標準
 1)計算の基礎は815℃での灰量である。
 2)上記の総熱のタイプ及び入力のGIS Groupの研究の場所は、
<http://www.mtslab.jp/qa/defiletores/laorandorkuerzag2.pdf>に列挙されている。
 3)分率は、公認の協力パートナーによって実施された。

Figure 21

【図 22】

パラメーター	単位	LOG (d)	方法	値 (a)	値 (b)	値 (c)	値 (d)	注
エネルギー密度(風、純)	kJ/m³	-	計算	13.33	-	-	-	B1
エネルギー密度(風、純)	kJ/m³	-	計算	139000	-	-	-	B1
エネルギー密度(粒子状、純)	kJ/m³	-	計算	21.68	-	-	-	B1
エネルギー密度(粒子状、純)	kJ/m³	-	計算	522000	-	-	-	B1
重量	質量%							
圧縮	kg/kg	1	DIN EN 15097	1未満	1未満	1未満	1未満	B1
アドミタンス	kg/kg	0.3	DIN EN 15097	0.3未満	0.3未満	0.3未満	0.3未満	B1
クロム	kg/kg	1	DIN EN 15097	4	4	4	4	B1
鉄	kg/kg	2	DIN EN 15097	5	5	5	5	B1
銅	kg/kg	3	DIN EN 15097	2.9未満	3未満	3未満	3未満	B1
炭素	kg/kg	0.05	DIN EN 15097	0.05未満	0.05未満	0.05未満	0.05未満	B1
ニッケル	kg/kg	1	DIN EN 15097	1未満	1未満	1未満	1未満	B1
亜鉛	kg/kg	1	DIN EN 15097	10	10	10	10	B1
高密度	kg/m³	1	DIN EN 15103	840	-	-	-	B1
粒子密度	kg/m³	1	DIN EN 15102	1050	-	-	-	B1
密度	質量%	0.1	DIN EN 15210-1	2.4	-	-	-	B1
耐久性	質量%	0.1	DIN EN 15210-1	97.8	-	-	-	B1
層厚 3.16mm未満	質量%	0.1	DIN EN 15148-1	0.5	-	-	-	B1
包膜軸速度 SST	°C		DIN EN 15379-1*	-	-	-	-	1150
包膜速度 DT	°C		DIN EN 15379-1*	-	-	-	-	1250
包膜 FT	°C		DIN EN 15379-1*	-	-	-	-	1200
包膜速度 FT	°C		DIN EN 15379-1*	-	-	-	-	1200

a: 「受け取ったままの」状態から計算した結果
 a): 「空気乾燥」状態から計算した結果
 -注文なし/該当なし
 LOG: 定置標準
 1)計算の基礎は815℃での灰量である。
 2)上記の総熱のタイプ及び入力のGIS Groupの研究の場所は、
<http://www.mtslab.jp/qa/defiletores/laorandorkuerzag2.pdf>に列挙されている。
 3)分率は、公認の協力パートナーによって実施された。

Figure 22

フロントページの続き

弁理士 松橋 泰典
(74)代理人 100131093
弁理士 堀内 真
(74)代理人 100150902
弁理士 山内 正子
(74)代理人 100141391
弁理士 園元 修一
(74)代理人 100198074
弁理士 山村 昭裕
(74)代理人
富田 博行
(72)発明者 バイ ホン メイ
香港 ニューテリトリーズ ロイヤルアスコット フォータン ブロック1 17階 フラットイー
審査官 岡田 三恵
(56)参考文献 国際公開第2017/175733(WO, A1)
国際公開第2016/056608(WO, A1)
国際公開第2019/069849(WO, A1)
米国特許出願公開第2011/0258918(US, A1)
特開2007-332274(JP, A)
特開2009-051985(JP, A)
特開2005-179379(JP, A)
中国特許出願公開第105419898(CN, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C10L 5/44
F23C 1/00