

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2023-546544

(P2023-546544A)

(43)公表日 令和5年11月2日(2023.11.2)

(51)国際特許分類		F I			テーマコード(参考)
<i>F 2 3 G</i>	<i>1/00 (2006.01)</i>	<i>F 2 3 G</i>	<i>1/00</i>	<i>N</i>	<i>3 K 0 9 0</i>
<i>H 0 5 B</i>	<i>6/80 (2006.01)</i>	<i>H 0 5 B</i>	<i>6/80</i>		

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全25頁)

(21)出願番号	特願2023-548168(P2023-548168)	(71)出願人	523141091
(86)(22)出願日	令和3年10月15日(2021.10.15)		ネオ ジュール ビー . ヴイ .
(85)翻訳文提出日	令和5年5月24日(2023.5.24)		オランダ王国 6 0 5 1 ビージェイ マ
(86)国際出願番号	PCT/NL2021/050625		ースブラハト ウィルヘルミナラン 6
(87)国際公開番号	WO2022/081013		エー
(87)国際公開日	令和4年4月21日(2022.4.21)	(74)代理人	100143764
(31)優先権主張番号	2026692		弁理士 森村 靖男
(32)優先日	令和2年10月16日(2020.10.16)	(72)発明者	ドーン , アンドリュウ チャールズ
(33)優先権主張国・地域又は機関	オランダ(NL)		オランダ王国 6 0 5 1 ビージェイ マ
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く	(72)発明者	エー ネオ ジュール ビー . ヴイ . 内 コスタ , マリア オランダ王国 6 0 5 1 ビージェイ マ ースブラハト ウィルヘルミナラン 6 エー ネオ ジュール ビー . ヴイ . 内 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 生体物質の燃焼方法、ならびにヒトまたは動物の体または体部分を火葬するためのプロセス

(57)【要約】

本発明は、マイクロ波放射による生体物質の燃焼方法に関し、前記方法は、燃焼されるべき前記生体物質を提供するステップであって、生体物質が、ヒトまたは動物の体または体部分と、任意選択で、容器と、チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を含む、ステップと、前記チャンバ内で前記生体物質を直接加熱して燃焼させるために、前記マイクロ波放射源から少なくとも5 kWの電力で前記生体物質にマイクロ波放射を導くステップと、を含む。本発明はさらに、前記方法を含む、ヒトまたは動物の体または体部分を火葬するためのプロセスに関する。

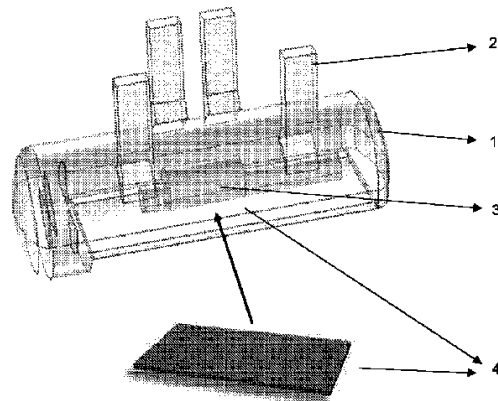


Fig. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロ波放射による生体物質の燃焼方法であって、

i) 燃焼されるべき前記生体物質と、チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を、前記生体物質が前記チャンバ内に存在するように提供するステップであって、

前記生体物質がヒトまたは動物の体または体部分、および任意選択で容器を含む、ステップと、

ii) 前記チャンバ内で前記生体物質を直接加熱して燃焼させるために、前記マイクロ波放射源から少なくとも 5 kW の電力で前記生体物質にマイクロ波放射を導くステップと、を含む方法。

10

【請求項 2】

ステップ i) では、マイクロ波吸収サセプタが設けられ、前記生体物質および前記サセプタは、前記生体物質がマイクロ波放射から前記サセプタを少なくとも部分的に閉塞するように前記チャンバ内に存在する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記マイクロ波放射源は少なくとも 1 つの導波管に接続され、ガスの流れが、ステップ ii) の間に前記少なくとも 1 つの導波管の下方に導かれる、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ガスの流れは、導波管当たり少なくとも 10 リットル / 秒の流量を有する、請求項 4 に記載の方法。

20

【請求項 5】

前記マイクロ波放射源から前記生体物質に導かれる前記マイクロ波放射は単一周波数である、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記マイクロ波放射は、1 MHz ~ 3 GHz、好ましくは 100 MHz ~ 3 GHz、より好ましくは 500 MHz ~ 1.5 GHz、最も好ましくは 700 MHz ~ 1.1 GHz の周波数を有する、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

ステップ ii) では、2 段階燃焼プロセスを含み、前記燃焼プロセスの第 1 の段階では、前記放射が前記生体物質を直接加熱して前記生体物質から水を蒸発させ、乾燥した生体物質を得、前記燃焼プロセスの第 2 の段階では、前記放射が前記乾燥した生体物質を発火温度まで直接加熱して前記乾燥した生体物質を燃焼させ、燃焼した生体物質を得る、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 8】

前記マイクロ波放射は、ステップ ii) の開始時から少なくとも前記生体物質の発火点まで印加される、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記マイクロ波放射は燃焼中にオンのままである、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

前記マイクロ波放射は、発火後にオフに切り替えられ、前記生体物質が、ヒトまたは動物の体または体部分、および容器を含む、請求項 7 に記載の方法。

40

【請求項 11】

前記マイクロ波放射のエネルギーレベルおよび / またはマイクロ波放射の方向の持続時間を決定するために、前記生体物質の開始重量を決定するステップを含む、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 12】

前記生体物質が、任意選択で容器内の、人体、動物体、1 つもしくは複数の人体部分、または 1 つもしくは複数の動物体部分からなる、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の方法。

50

【請求項 13】

マイクロ波放射によって、ヒトまたは動物の体または体部分と、任意選択で容器と、を含む、請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の生体物質の燃焼方法であって、

i) 燃焼されるべき前記生体物質と、チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を提供するステップと、

ii) 酸素の存在下での 2 段階燃焼プロセスで、前記マイクロ波放射源からの 1 MHz ~ 3 GHz の周波数を有するマイクロ波放射を前記生体物質に導くステップであって、前記燃焼プロセスの第 1 の段階では、10 kW ~ 50 kW の電力を有する前記放射が、前記生体物質を 200 未満の乾燥温度まで加熱して、前記生体物質から水を蒸発させ、乾燥した生体物質を得、前記燃焼プロセスの第 2 の段階では、10 kW ~ 50 kW の電力を有する前記放射が、前記マイクロ波吸収サセプタを発火温度まで加熱して、前記乾燥した生体物質を燃焼させ、燃焼した生体物質を得る、ステップと、を含む方法。

10

【請求項 14】

マイクロ波放射によって、ヒトまたは動物の体または体部分と、任意選択で容器と、を含む、請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の生体物質の燃焼方法であって、

i) 前記生体物質がマイクロ波放射から前記サセプタを少なくとも部分的に閉塞するように、前記生体物質および前記サセプタが前記チャンバ内に存在するように、燃焼されるべき前記生体物質と、マイクロ波吸収サセプタと、チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を提供するステップと、

ii) 前記マイクロ波放射源からの 1 MHz ~ 3 GHz の周波数を有するマイクロ波放射を、酸素の存在下での 2 段階燃焼プロセスで前記生体物質および前記少なくとも部分的に閉塞されたサセプタに導くステップであって、前記燃焼プロセスの第 1 の段階では、前記放射が前記生体物質を 200 未満の乾燥温度まで加熱して前記生体物質から水を蒸発させ、乾燥した生体物質を得、前記燃焼プロセスの第 2 の段階では、前記放射が前記マイクロ波吸収サセプタを 400 ~ 500 の発火温度まで加熱して前記乾燥した生体物質を燃焼させ、燃焼された生体物質を得る、ステップと、を含む方法。

20

【請求項 15】

請求項 1 から 14 のいずれか一項に記載の方法を含む、ヒトまたは動物の体または体部分を火葬するための方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロ波放射による生体物質の燃焼方法に関する。本発明はさらに、ヒトまたは動物の体または体部分を火葬するプロセスに関する。

【背景技術】

【0002】

ひつぎ内での人体の火葬のための従来の火葬は、それらの構造設計においてかなり変化し得るが、加熱手段は、常にガスバーナ、オイルバーナまたは電気加熱素子である。

【0003】

このような従来の加熱技術を使用して、燃焼を開始および維持するための熱が外部から体に加えられ、体の外層は、連続的により深い層が火炎によって露出され消費され得る前に燃焼されなければならない。本明細書において体が言及されている場合、これは、特に明記しない限り、体部分として読むこともできる。燃焼速度を阻害する重要な要因は、体の含水量である。平均的なヒトでは、体重の約 50 ~ 70 % が水で占められている。この水分は、発火温度に達する前にある程度追い出さなければならない。

40

【0004】

体内に液体水が保持されることにより、かなりの量の蒸発が発生し、体が比較的乾燥するまで、生体物質の温度が体物質のいわゆる湿球温度を超えることが妨げられる。

【0005】

体から水を蒸発させ、乾燥した残留物（乾燥した生体物質）を連続的に燃焼させるのに

50

必要な極端な熱のために、体の肉の大部分が微粒子に吹き込まれ、現在の空気/ガスと共に燃焼チャンバから搬出される。これらの微粒子は、環境中に着実に蓄積する毒性の高い非生分解性のダイオキシンを含む有害化合物を含む可能性があるため、空気/ガスから濾過されなければならない。

【0006】

さらに、要求される高温のために、長時間の加熱および冷却を回避し、加熱に必要な総エネルギー量を低減するために、火葬炉は連続的に加熱されることが多い。炉はまた、しばしば、火葬プロセスの間の期間および夜間に加熱される。これは、エネルギーおよび燃料の大幅な使用を必要とし、コストおよび環境の観点から望ましくない。

【0007】

1979年の英国特許第2032596号明細書は、従来の熱源（ガス、オイル等）がマイクロ波加熱によって置き換えられるか、または補充される、ヒトまたは動物の火葬のための方法を開示している。マイクロ波前処理の後に従来の加熱が行われてもよい。マイクロ波加熱のみの使用は、高い電力要件のために実用的ではないことが開示されている。

【0008】

1994年の独国特許第4417701号明細書は、人体の火葬のための方法を開示している。ヒトの重量測定を使用する方法は、重量損失に基づいて炉の加熱曲線を制御するために、火葬プロセスの前および最中に残る。初期温度は約500の範囲に設定され、これは重量損失および炉から逃げるガスに応じて増加する。

【0009】

1996年の米国特許第5886326号明細書は、真空中での予備マイクロ波照射、その後の酸素の導入、および燃焼を引き起こすための継続的な照射によってごみを焼却する方法を開示している。この方法は、焼却されるごみを囲む炭化ケイ素シュラウド/ケージを使用し、マイクロ波エネルギーの吸収により500から1000の温度に加熱して、処分される材料を発火させる。燃焼されるべきごみは、サセプタによって間接的に加熱され、直接加熱は適用されない。

【0010】

2000年の欧州特許第1212569号明細書は、酸素欠乏雰囲気中でマイクロ波を照射し、続いて酸素または空気、可燃性ガスを導入し、前記混合物を発火させることによって、炭素含有材料、例えば遺体を有するひつぎを処理するプロセスを開示している。

【0011】

環境に優しく安全でエネルギー効率的であり、化石燃料の使用を必要としない火葬プロセスが必要とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】英国特許第2032596号明細書

【特許文献2】独国特許第4417701号明細書

【特許文献3】米国特許第5886326号明細書

【特許文献4】欧州特許第1212569号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の目的は、生体物質の改善された燃焼方法を提供することである。

本発明のさらなる目的は、環境に優しい生体物質の燃焼方法を提供することである。

本発明のさらなる目的は、現在使用されているプロセスよりもエネルギー効率の高い、生体物質の燃焼方法および/または火葬プロセスを提供することである。

本発明のさらなる目的は、化石燃料の使用を必要としない生体物質の燃焼方法および/または火葬プロセスを提供することである。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

本発明は、第 1 の態様では、マイクロ波放射による生体物質の燃焼方法に関し、前記方法は、

i) 燃焼されるべき前記生体物質と、チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を、前記生体物質が前記チャンバ内に存在するように提供するステップであって、

前記生体物質がヒトまたは動物の体または体部分、および任意選択で容器を含む、ステップと、

i i) 前記チャンバ内で前記生体物質を直接加熱して燃焼させるために、前記マイクロ波放射源から少なくとも 5 k W、好ましくは少なくとも 1 0 k W の電力で前記生体物質にマイクロ波放射を導くステップと、を含む。

10

【 0 0 1 5 】

本発明は、第 2 の態様において、第 1 の態様の方法を含む、ヒトまたは動物の体または体部分を火葬するためのプロセスに関する。

【 0 0 1 6 】

人体とは、ヒトの死亡後の残留物を意味する。それはまた、火葬されるときに人体に提供される任意の衣服、内部補綴物、および任意選択で宝飾品または他の個人的物品も包含する。

【 0 0 1 7 】

定義のリスト

以下の定義は、記載された主題を定義するために本明細書および特許請求の範囲で使用される。以下に引用されない他の用語は、当該分野で一般的に受け入れられている意味を有することを意味する。

20

本明細書で使用される「燃焼」とは、生体物質である燃料（還元剤）と、酸化剤、通常は、例えば空気（大気中の酸素）からの酸素との間の高温発熱酸化還元化学反応を意味し、煙および固体残渣と呼ばれる混合物中で、酸化された、しばしばガス状の生成物を生成する。

本明細書で使用される「自発燃焼」とは、自己発熱（発熱性内部反応による温度上昇）、続いて熱暴走（急速に高温に加速する自己発熱）、最後に発火によって生じる燃焼の種類を意味する。

本明細書で使用される「発火温度」とは、生体物質の燃焼が開始する最低温度を意味する。

30

本明細書で使用される「熱分解」とは、不活性雰囲気（例えば、酸素欠乏雰囲気）中で高温での材料の熱分解を意味する。この不活性雰囲気は真空であってもよい。熱分解は化学組成の変化を伴うが、酸化反応ではない。

本明細書で使用される「マイクロ波」は、約 1 メートル ~ 1 ミリメートルの範囲の波長を有する電磁放射の形態を意味する。3 0 0 M H z (1 m) ~ 3 0 0 G H z (1 m m) の周波数を有する。

本明細書で使用される「乾燥させる」とは、生体物質の含水量を減少させることを意味する。人体の場合、含水量は一般に総重量の少なくとも 5 0 % である。含水量は、年齢、性別、身長および体重によって異なり、Watson の式を使用して含水量を推定することができる。

40

男性： $2.447 - (0.09145 \times \text{年齢}) + (0.1074 \times \text{身長(センチメートル)}) + (0.3362 \times \text{体重(キログラム)}) = \text{総体水分量(TBW)}(\text{リットル})$

女性： $-2.097 + (0.1069 \times \text{身長(センチメートル)}) + (0.2466 \times \text{体重(キログラム)}) = \text{総体水分(TBW)}(\text{リットル})$

これらの変動のために、乾燥中に達成される含水量の減少、ならびに乾燥後の含水量も同様に変動する。

本明細書でいう「乾燥生体物質」とは、水分の一部（または全部）が除去された生体物質を意味する。「乾燥した」という用語がこの定義の文脈内で使用されているとしても、生体物質自体はほとんどの場合、完全に乾燥しているわけではないが、特定の割合の水を

50

含有する。言い換えれば、物理的に言えば、それはほとんどの場合、部分的に乾燥しており、完全には乾燥していない。人体（部分）または動物体（部分）である出発生体物質と比較して、水の割合は、乾燥した生体物質が発火および燃焼され得る程度まで減少する。

本明細書で使用される「直接加熱」は、マイクロ波放射が（乾燥した）生体物質自体に直接作用することを意味する。

本明細書で使用される「間接加熱」とは、マイクロ波放射が任意選択のマイクロ波放射感知器に作用し、それが温度を上昇させ、次いで赤外線放射を介して（乾燥した）生体物質を間接的に加熱することを意味する。

本明細書でいう「導波管」とは、電磁波などの波を、エネルギーの伝達を一方向に制限することでエネルギーの損失を最小にして導く構造を意味する。導波管の物理的制約がなければ、波の振幅は、3次元空間に広がるにつれて逆二乗則に従って減少する。異なるタイプの波に対して異なるタイプの導波管がある。元の最も一般的なタイプの導波管は、高周波電波、特にマイクロ波を搬送するために使用される中空導電性金属パイプである。

本明細書で使用される「サセプタ」とは、電磁エネルギーを吸収してそれを熱に変換する能力のために使用される材料を意味する。適切なサセプタ材料としては、炭化ケイ素、グラファイト、二酸化ジルコニウムまたはマグネタイトなどの金属酸化物、フェライト、および導電性金属（ガラスまたはセラミックプレート上）が挙げられる。フェライトは、バリウム、マンガ、ニッケル、および亜鉛などの1つまたは複数の追加の金属元素を少量配合した大部分の酸化鉄（III）（ Fe_2O_3 、錆）を混合および焼成することによって作製されたセラミック材料である。

本明細書でいう「炭化ケイ素」とは、ケイ素と炭素とを含む半導体を意味する。炭化ケイ素（SiC）はカーボランダムとしても知られている。炭化ケイ素は、約250個の結晶形態で存在する。主なポリタイプは、3C（）、4Hおよび6H（）である。

本発明は、本発明の実施形態が示され、同様の参照番号が同じまたは同様の要素を示す添付の図面を参照して以下に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0018】

以下、本発明の実施形態を示す添付図面を参照して本発明を説明する。図面においては、同様の参照番号は同一または同様の要素を示す。

【図1】本方法で使用するための装置の概略図である。

【図2】マイクロ波放射を受けている肉試料の温度変化を示す図である。

【図3】本発明の燃焼プロセスを受けている子ブタ（子ブタ）全体の温度変化を示す図である。

【図4】本発明の燃焼プロセスの前後の子ブタ（子ブタ）全体の写真を示す図である。

【図5】本発明の燃焼プロセスを受けているブタおよび3つのサセプタの体部分（肩部）のひつぎにおける温度変化を示す図である。

【図6】本発明の燃焼プロセスの前後のブタおよび3つのサセプタの体部分（肩部）のひつぎの写真を示す図である。

【図7】本発明の燃焼プロセスを受けている子ブタ全体のひつぎにおける温度変化を示す図である。

【図8】本発明の燃焼プロセスの前後における、子ブタ全体のひつぎの写真を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明は、マイクロ波放射による生体物質の燃焼方法に関する。第1の態様では、本方法は2つのステップを含む。第1のステップにおいて、本方法は、a) 燃焼されるべき生体物質と、b) チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を提供するステップを含む。

【0020】

本方法は、単一のチャンバ内で実行され、すなわち、生体物質はチャンバ内に入り、燃

10

20

30

40

50

焼した後にのみチャンバから除去される。二重チャンバ、すなわち乾燥用チャンバおよび
燃焼用チャンバは存在しない。

【0021】

第1または第2の態様におけるマイクロ波放射源は、少なくとも1つの導波管に接続さ
れてもよい。少なくとも1つの導波管が存在する場合、一実施形態では、前記導波管内で
発生するアーク放電が、導波管を上昇する燃焼から生じるガス/煙から発生するのを防ぐ
ために、ステップ*i i*)の間にガスの流れが少なくとも1つの導波管に導かれる。ガスの
流れは、煙を洗い流し、アーク放電を防止する。ガスは、空気であってもよく、(乾燥)
窒素ガスまたはアルゴンなどの希ガスであってもよいが、好ましくは空気である。一実施
形態では、導波管を下るガスの流れは、導波管当たり少なくとも10リットル/秒の流量
を有する。

10

【0022】

第1または第2の態様におけるマイクロ波放射は、前記マイクロ波放射源から前記生体
物質に導かれてもよく、単一周波数である。第1または第2の態様におけるマイクロ波放
射は、1MHz~3GHzの周波数を有し得る。第1または第2の態様におけるマイクロ波放
射は、100MHz~3GHzの周波数を有し得る。第1または第2の態様における
マイクロ波放射は、500MHz~1.5GHzの周波数を有し得る。第1または第2の
態様におけるマイクロ波放射は、700MHz~1.1GHzの周波数を有し得る。

【0023】

本方法およびプロセスは、ステップ*i i*)では、二段階燃焼プロセスを含むことができ
、前記燃焼プロセスの第1の段階では、前記放射が前記生体物質を直接加熱して前記生体
物質から水を蒸発させ、乾燥した生体物質を得、前記燃焼プロセスの第2の段階では、前
記放射が乾燥した生体物質(主にタンパク質および骨、ならびにいくらかの脂肪を含む)
を発火温度まで直接加熱して前記乾燥した生体物質を燃焼させ、燃焼した生体物質を得る
。

20

【0024】

第1または第2の態様のマイクロ波放射は、ステップ*i i*)の開始から少なくとも前記
生体物質の発火点まで照射され得る。

【0025】

一実施形態では、マイクロ波放射は、燃焼中にオンのままである。本発明者らは、特定
の実施形態では、例えば、燃焼可能な容器が存在しない場合、燃焼を助け、より低い空気
流条件で火炎が消滅するのを防ぐために追加のエネルギーが望ましいことを観察した。し
たがって、追加のエネルギー/燃料を加えることが望ましい場合があり、これは、可燃性
容器(例えば木製のひつぎ)、マイクロ波吸収サセプタの使用(上記で詳細に説明したよ
うに)、または燃焼プロセス中にマイクロ波電力をオンに保つことによって提供され得る
。

30

【0026】

一実施形態では、マイクロ波電力は、燃焼中はオンのままであり、任意選択で、燃焼段
階中に少なくとも5kW(例えば、10kW~30kW、例えば10kW~20kW)な
どのより低い電力レベルである。マイクロ波電力のスイッチをオンにし続けると、発火後
に電力が低下する可能性がある。本発明者らは、発火前と発火後に同じ電力を使用すると
、導波管内に望ましくないアーク放電を引き起こし、マイクロ波源の破損につながる可能
性があることを観察した。一実施形態では、導波管内のアークが検出されるたびに電力を
調整するためにアーク検出器が装置に追加される。マイクロ波電力は、燃焼が完了した後
に、例えば冷却段階が開始したときにオフにすることができる(またはオフにする)。発
火が開始されると、マイクロ波と火炎との間にガスプラズマ相互作用が存在する。その結
果、マイクロ波は燃焼を促進する。

40

【0027】

別の実施形態では、マイクロ波放射は、発火後にオフにされ、前記生体物質は、ヒトま
たは動物の体または体部分と、容器と、を含み、前記容器、特に木製のひつぎの燃焼は、

50

燃焼を継続させるのに十分な追加のエネルギーを提供する。

【0028】

本方法またはプロセスは、大気圧下で行われてもよい。本方法またはプロセスは、好ましくは酸素、好ましくは空気の存在下で行われる。

【0029】

本方法またはプロセスは、マイクロ波放射のエネルギーレベルを決定するために生体物質の開始重量を決定するステップを含んでもよい。本方法またはプロセスは、マイクロ波放射の方向の持続時間を決定するために生体物質の開始重量を決定するステップを含んでもよい。本方法またはプロセスは、マイクロ波放射のエネルギーレベルおよびマイクロ波放射の方向に対する持続時間を決定するために、生体物質の開始重量を決定するステップを含み得る。開始重量に応じて、特定のマイクロ波電力設定を有する燃焼プログラムを選択することができる。

10

【0030】

第1または第2の態様による生体物質は、人体または1つもしくは複数の人体部分またはそれらの1つもしくは複数の組み合わせを含んでもよい。第1または第2の態様による生体物質は、動物の体または1つもしくは複数の動物の体の部分またはそれらの1つもしくは複数の組み合わせを含んでもよい。第1または第2の態様による生体物質は、人体または1つもしくは複数の人体部分（またはそれらの1つもしくは複数の組み合わせ）と、容器と、を含んでもよい。第1または第2の態様による生体物質は、動物の体または1つもしくは複数の体部分（またはそれらの1つもしくは複数の組み合わせ）と、容器と、を含んでもよい。特定の実施形態では、生体物質は、人体、1つまたは複数の人体部分、動物体、1つまたは複数の動物体部分（またはそれらの1つもしくは複数の組み合わせ）、および任意選択で容器からなる。

20

【0031】

本発明による方法は、いくつかの段階を含む。これらの段階は、別個の段階と見なされるべきではなく、プロセス中の（半）自動的な段階である。これらは、燃焼プロセス中に発生するが、本発明によって調整される自然段階である。

【0032】

以下の段階を区別することができる。

【0033】

生体物質が加熱され、水が前記材料から蒸発する乾燥段階。この段階の間の温度は、好ましくは200 未満である。

30

【0034】

生体物質が発火し、燃焼を可能にする燃焼段階。発火が始まったときに乾燥が完了しない可能性が最も高いため、乾燥段階と燃焼段階とが部分的に重なり合ってもよい。燃焼段階の間でさえ、残りの水は蒸発するが、燃焼が進行すると、乾燥段階ではなく燃焼段階と呼ばれることに留意されたい。この段階中の温度は、200～800 であってもよい。

【0035】

燃焼された生体物質が冷却される（または積極的に冷却される）冷却段階。この段階は、燃焼段階の終わりに温度が既にいくらか低下している可能性があるため、燃焼段階と部分的に重なり合ってもよい。

40

【0036】

一実施形態では、サセプタが存在する。そのような実施形態では、生体物質およびサセプタは、それらが両方とも前記装置のチャンバの内部に存在するように提供されるべきである。存在し得るマイクロ波吸収サセプタは、前記生体物質によって前記マイクロ波放射から少なくとも部分的に閉塞されるように存在し得る。前記マイクロ波吸収サセプタはサセプタ材料を含んでもよく（サセプタ材料からなってもよく）、好ましくは、前記サセプタ材料は炭化ケイ素である。マイクロ波吸収サセプタはタイルの形態であってもよい。その非限定的な例は、例えばチャンバのベース/底部に載置されたトレイ上に配置されたサセプタの複数のタイル上に配置されたヒトの残留物であり、一方、マイクロ波放射源は、

50

上部 / 天井の近くまたは前記チャンバの側面に配置される。前記生体物質の不透明な性質は、その含水量に関連し、含水量が減少するにつれて（乾燥に起因して）不透明レベルが減少し、マイクロ波放射に対する透過性が増加し、それによって指向性エネルギーの閉塞または減衰が減少する。生体物質の含水量が減少するにつれて、下方に存在するサセプタに到達するために、より多くのマイクロ波放射が体を透過することができる。サセプタが存在する場合、サセプタは、サセプタとマイクロ波放射源との間の見通し線内にある生体物質の存在によって直接照射から少なくとも部分的に遮断される。本方法の第2のステップでは、マイクロ波放射は、マイクロ波放射源から生体物質に向けられ（直接加熱につながる）、存在する場合にはサセプタにも向けられて（間接加熱につながる）、前記生体物質を燃焼させる。第1および第2の段階は、乾燥中に不透明レベルが徐々に減少するにつれて重複する可能性がある。これは、サセプタの照射が生体物質の乾燥に比例して増加することを意味する。

10

【0037】

図1は、本方法で使用するための装置の概略図である。前記装置は、図示の実施形態では4つの導波管2を有するチャンバ1を含む。しかしながら、異なるレイアウトおよび異なる数および/または導波管の配置を有する他の装置が使用されてもよい。チャンバ2内では、生体物質3は、ヒトの死亡後に人体の形態で存在する。他の実施形態では、生体物質は、人体部分（例えば、事故によって無傷の人体が存在しない場合）であってもよい。他の実施形態では、生体物質は、その死亡後の動物の体または動物の体の一部（例えば、事故のために無傷の動物が存在しない場合、または死体の一部、例えば 殺場からのものを燃焼させる必要がある場合）であってもよい。生体物質3はマイクロ波吸収サセプタ4上に載置され、このサセプタ4は、タイルのサブ図によって示されるように、タイルの形状で存在する。しかしながら、これは単なる実施形態であり、サセプタ4は必要とされず、生体物質は前記サセプタなしで存在することができる。一実施形態では、生体物質は、（木製の）ひつぎ / ひつぎ、バスケットまたはシュラウドなどの容器内に存在する。好ましくは、容器は燃焼可能 / 可燃性でなければならない。従来のひつぎ / かごは、内側にライニングおよびクッション、ならびに任意選択の金属ヒンジ、ならびに閉鎖のための釘またはねじおよび運搬のためのハンドルなどの他のハードウェア部品を含む。これらはすべて、厳密に言えば金属ヒンジおよび他のハードウェアは本質的に生物学的ではないが、「容器」という用語および「生体物質」という用語にも組み込まれる。

20

30

【0038】

本発明による方法は、ステップ i i) において、第1の段階として、前記生体物質から乾燥した生体物質への水の蒸発を含み、第2の段階として、前記乾燥した生体物質の発火を含む二段階プロセスを含んでもよい。両方の段階は、同じチャンバ内で行われる。したがって、チャンバは、この二段階システムによれば、第1の動作が、マイクロ波による直接加熱であり、生体物質が水を放出するための乾燥温度に達する、すなわち生体物質を少なくとも部分的に乾燥させることであり、第2の動作が、乾燥した生体物質（および任意選択でサセプタ）のマイクロ波による直接加熱であり、発火温度に達して乾燥した生体物質の燃焼を達成することである、二重の動作チャンバと見なすことができる。

【0039】

生体物質（出発物質）は、乾燥した生体物質よりもマイクロ波放射との相互作用レベルが高い。生体物質はマイクロ波放射によって水を放出するため、その誘電特性は変化し、その分子は分極しにくい。これは、生体物質がマイクロ波放射によって水を放出（乾燥）するにつれて、マイクロ波放射に対してより透明になることを意味する。

40

【0040】

一実施形態では、生体物質は、前記生体物質の不透明な性質によってサセプタと前記マイクロ波放射源との間に存在することによって、マイクロ波吸収サセプタを少なくとも部分的に閉塞する。

【0041】

マイクロ波放射を前記生体物質に照射する効果は、前記生体物質の加熱であり、まず、

50

前記生体物質の水の少なくとも一部を蒸発させ（体積加熱と呼ばれる）、次いで、前記生体物質を熱分解して可燃性ガスを発生させることである。

【0042】

マイクロ波放射を前記サセプタに照射する効果は、サセプタがこの放射エネルギーを吸収し、それを熱放射として再放出される熱に変換することであり、この放射は、可燃性ガスを提供し、前記生体物質の熱分解を提供し、さらに、燃焼をもたらす前記可燃性ガスを発火するのに十分に高い温度を提供する。サセプタが存在しない生体物質の単なる照射は発火につながるが、しかし、本発明者らは、サセプタが、より短い時間幅で、かつエネルギー消費量を低減して、その効果を達成するのに役立つことを観察した。サセプタがマイクロ波放射から少なくとも部分的に閉塞される実施形態では、水の少なくとも一部が蒸発するまでサセプタは（完全に）活性化されず、それによってプロセスの早すぎる高温が回避され、生体物質の熱焼け焦げをもたらす、それによって水の蒸発を妨げる。

10

【0043】

本発明によれば、生体物質の乾燥および燃焼は、マイクロ波放射を生体物質および存在する場合に少なくとも部分的にサセプタに向ける結果として同じチャンバ内で行われる。チャンバは閉じられていてもよい。本発明による方法は、公称大気圧（ここでは大気圧 + / - 200 ミリバールとして定義される）下で行うことができるため、チャンバの完全な気密封止の必要はない。しかしながら、チャンバは気密に封止されてもよい。

【0044】

一実施形態では、マイクロ波放射源は単一のマグネトロンである。一実施形態では、マイクロ波放射源は複数のマグネトロンを含む。

20

【0045】

一般に、生体物質を乾燥させるための温度は、200 未満、好ましくは100 ~ 150 であってもよい。これは、（皮膚）の焼け焦げを避けるためである。一般に、生体物質は、400 ~ 500 、好ましくは440 ~ 460 、例えば450 の発火温度に達すると燃焼する。しかしながら、特定の実施形態では、その温度は著しく低くてもよい。発火温度は水分含有量に依存し、水分含有量が低いほど発火温度は低くなる。発火温度はまた、木製のひつぎなどの容器の存在にも依存し、これにより、前記ひつぎ内の生体物質の全体的な発火温度が低下する。さらに、容器の任意の金属部品、例えば、ひつぎの金属部品は、マイクロ波放射にさらされたときに火花を発生させ、発火温度をさらに低下させる可能性がある。容器が使用される場合、発火温度が室温ほど低いことさえ可能であり得る。

30

【0046】

チャンバの温度は、チャンバの壁の外側に配置された熱電対を使用して測定することができる。熱電対は、チャンバの内部に存在する場合に火花を引き起こす。生体物質の温度は、IR 温度センサやIP 温度計を用いて測定することができる。

【0047】

本発明では、チャンバまたは生体物質の予熱は必要ではなく、本発明の燃焼プロセスは室温（20 ~ 25 ）で開始することができる。例えばチャンバの最近の使用のために、チャンバ内の温度が室温より高いが200 の乾燥温度より低い場合、本発明の燃焼プロセスの前にチャンバを冷却する必要はない。生体物質は、燃焼プロセスの前に冷却されていてもよい。本発明の燃焼プロセスを開始する前に、生体物質を室温まで加熱する必要はない。

40

【0048】

一実施形態では、マイクロ波吸収サセプタはサセプタ材料を含む。適切なサセプタ材料としては、炭化ケイ素、グラファイト、二酸化ジルコニウムまたはマグネタイトなどの金属酸化物、フェライト、および導電性金属（ガラスまたはセラミックプレート上）が挙げられる。好ましい実施形態では、サセプタ材料は炭化ケイ素である。

【0049】

一実施形態では、マイクロ波吸収サセプタはタイルまたは粉末の形態である。サセプタ

50

は、加熱時に膨張してもよい。したがって、サセプタがタイルの形態であるとき、タイルはそれらの位置に固定されておらず、各タイルは加熱されると膨張する余地を有することが好ましい。

【0050】

サセプタは、生体物質の導入前にチャンバ内に存在していてもよいし、生体物質と同時にチャンバ内に導入されてもよいし、生体物質の導入後にチャンバ内に導入されてもよい。

【0051】

火葬の標準的な手順は、多くの場合、以下の通りである。生体物質（例えば、ヒトまたは動物が入っているひつぎ）が、手動または機械的ブッシャによってチャンバに導入される。生体物質の燃焼後に、燃焼後の燃焼した生体物質（灰、焼骨片など）は、炉チャンバから取り出され、さらなる取り扱いのために別の部屋に輸送される（例えば、燃焼された生体物質およびその包装（「灰」）の冷却および粒径の減少）。燃焼した生体物質は、「遺骨」または「灰」とも呼ばれる。これは必ずしも実際の灰ではないが、骨無機質の未燃焼断片であり得、これは通常、粉砕機で粉末に粉砕される。「遺骨」および「灰」という用語は、燃焼した生体物質ならびに燃焼した生体物質を指すことができる。本発明による方法およびプロセスから得られる生成物は、遺骨または灰である。

10

【0052】

本発明によれば、生体物質（例えば、ヒトまたは動物が入っているひつぎ）は、特定の実施形態ではトレイ、例えば金属トレイの上に配置されてもよい。実施形態では、生体物質を炉チャンバの外側のトレイ上に配置することが有利であり得、その後、充填されたトレイがチャンバに導入される。存在する場合、サセプタは、生体物質の下のトレイ上に存在してもよく、または前記材料の下に配置された、生体物質を保持するための容器内、例えばひつぎの基部内に設けられてもよい。生体物質の燃焼後（トレイが使用される場合）、燃焼後に燃焼された生体物質（および場合によっては使用される場合にはサセプタ）を保持する前記トレイは、炉チャンバから取り外され、さらなる取り扱いのために別の部屋に輸送されてもよく、その後、トレイを洗浄して再使用することができる。いくつかのトレイが単一の火葬炉に同時に使用されてもよい。トレイシステムの使用は、取り扱いの容易さを高めるのに有用であり得るが、必須ではない。

20

【0053】

一実施形態では、マイクロ波放射源は、少なくとも1つの導波管に接続される。導波管はマイクロ波をチャンバの方へ導き、マイクロ波はチャンバの全体積に広がる。好ましい実施形態では、マイクロ波放射源は、最大エネルギー吸収を可能にするいくつかの導波管に接続される。例えば、マイクロ波放射源は、1～6つの導波管に接続される。例えば、マイクロ波放射源は、1つ、2つ、3つ、4つ、5つまたは6つの導波管に接続されてもよい。好ましくは、4つの導波管に接続される。これらの導波管は、生体物質の異なる部分に向けることができ、例えば、生体物質が人体または大型動物である場合、導波管は頭部、胸部および脚部に向けることができ、例えば、2つの導波管が胸部に向けられ、人体の場合は1つが頭部に向けられ、1つが脚部に向けられ、または大型動物（例えば、ウマまたは大型犬）の場合は頭部、胸部/前脚部および背側/後脚部に向けられる。体が小さい（例えば、幼児の体、または猫もしくは小犬などの小動物）場合、2つの導波管のみを使用することが好ましい。装置内に存在する各導波管は、必要に応じて個別にオフおよびオンに切り替えられてもよい。

30

40

【0054】

導波管の幾何学的形状はその機能を反映する。送信波の周波数はまた、導波管のサイズを決定し、各導波管は、そのサイズによって決定されるカットオフ波長を有し、より大きい波長の波を伝導しない。したがって、導波管は、マイクロ波放射源によるマイクロ波の印加周波数/波長に基づいて選択または変更されるべきである。

【0055】

マイクロ波吸収サセプタは、生体物質がサセプタに到達するエネルギーを部分的に遮蔽

50

するように、マイクロ波放射源または導波管と見通し内であってもよい。

【0056】

特定の実施形態では、(マイクロ波)攪拌機がチャンバ内に存在してもよい。攪拌機は、マイクロ波放射(の反射)をチャンバ全体により均一に分散させる。おそらく完全な均一性は期待できないが、攪拌機は、マイクロ波放射(反射)の特定の「ホットスポット」を回避するのに役立つ。そのような攪拌機の存在は、生体物質のより均一な(一様な)加熱を確実にする。

【0057】

一実施形態では、マイクロ波放射源から生体物質に向けられるマイクロ波放射は、単一周波数である。これは、この実施形態では、マイクロ波放射源がアクティブである間、放射の周波数が同じままであることを意味し、周波数は、放射の照射中に変更されない。

10

【0058】

一実施形態では、マイクロ波放射は、1 MHz ~ 3 GHz、例えば100 MHz ~ 3 GHz、より具体的には500 MHz ~ 1.5 GHzの周波数を有する。好ましい実施形態では、マイクロ波放射は、915 MHzなどの700 MHz ~ 1.1 GHzの周波数を有する。より長い波長(より低い周波数に対応する)は、生体物質への放射のより高いレベルの透過を可能にする。電子レンジで使用されるマイクロ波周波数は、規制およびコストの制約に基づいて選択される。1つの規制上の制約は、それらが無認可の目的のために確保された産業、科学、および医療(ISM)周波数帯域のうちの一つにあるべきであるということである。民生用の電子レンジは、2.4 GHz ~ 2.5 GHzのISM帯では、12.2 cmの波長に対応する公称2.45 GHz付近で動作するが、大型の工業用/商業用炉は、32.8 cmの波長に対応する915 MHzを使用することが多い。

20

【0059】

一実施形態では、マイクロ波放射源の電力は、少なくとも10 kW、例えば10 kW ~ 100 kWである。

【0060】

一実施形態では、本方法は、ステップii)では、二段階燃焼プロセスを含み、前記燃焼プロセスの第1の段階では、前記放射が前記生体物質を直接加熱して生体物質から水を蒸発させ、乾燥した生体物質を得、前記燃焼プロセスの第2の段階では、前記放射が生体物質を発火温度まで加熱して前記乾燥した生体物質を燃焼させ、燃焼した生体物質を得る。この実施形態では、2つの段階は重なってもよい。一実施形態では、第1の段階では、加熱は乾燥温度で(またはその後維持されるそのような乾燥温度に達するまで)行われる。一実施形態では、第2の段階では、加熱は発火温度で(またはそのような発火温度に達するまで)行われる。特定の実施形態では、マイクロ波放射源の電力は、本発明による方法のステップii)の第1の段階において10 ~ 30 kWである。上記の特定の実施形態と組み合わせることができる別の特定の実施形態では、マイクロ波放射源の電力は、本発明による方法のステップii)の第2の段階で30 ~ 100 kWである。第1の段階と第2の段階との間の電力の増加は、徐々にであってもよく、または一度であってもよい。

30

【0061】

一実施形態では、マイクロ波放射は、ステップii)の開始時に(マイクロ波放射源がオンに切り替えられる)から照射され、少なくとも発火点(マイクロ波放射源がオフに切り替えられる点)まで照射される。マイクロ波放射は、第1の段階の開始から少なくとも発火点まで非断続的に(換言すれば、継続的に)照射されてもよい。しかしながら、マイクロ波放射は、燃焼が完了するまで印加されてもよいが、これは必要ではない。燃焼は発熱反応であり、燃焼を開始するために燃焼のいわゆる活性化エネルギーを克服するのに十分なエネルギーが必要であるが、燃焼反応自体によって生成される熱は、場合によっては(例えば、容器が存在する場合)反応を自立させるのに十分なエネルギーを提供する。他の実施形態では、サセプタまたは持続マイクロ波放射が必要とされ得る。

40

【0062】

燃焼を開始するためには相当の高温(発火温度)が必要である。発火温度は生体物質の

50

含水率に依存する。燃焼はまた、可燃性ガスを発火するための火花の使用によって開始することができる。しかしながら、本発明によるマイクロ波吸収サセプタを使用することにより、生体物質の熱分解中に生成される可燃性ガスの発火点を超える温度に達することができる。本発明によるサセプタの使用により、可燃性ガスを発火するのに十分な400～500の温度に達することができる。

【0063】

一実施形態では、本発明による方法は、101,325 Paもしくは1013.25ミリバールとして定義される大気圧(atm)下、または大気圧よりも数百ミリバール低い圧力、例えば800ミリバール～1200ミリバール、例えば900ミリバール～1013.25ミリバールで行われる。密封されていないチャンバを使用するときのわずかな負圧は、新鮮な空気がチャンバを通して流れることを可能にするチャンバ内のドラフトまたは流れを作り出し、それによって水蒸気を除去し、これは乾燥段階中に有益である。乾燥段階中、換気装置、例えばサイクロン換気装置を使用して、チャンバを通る空気の流れを生成し、それによって水蒸気を除去することができ、これは乾燥段階中に有益である。

10

【0064】

一実施形態では、本発明による方法は、酸素の存在下で行われる。これは大気中の酸素であってもよく、すなわち、本方法は、酸素を含む空気の存在下で行われてもよい。空気中の酸素の量は約21体積%である。本発明の方法は、真空または不活性(無酸素)雰囲気が必要としない。熱分解は不活性雰囲気が必要とするため、これは熱分解とは異なる。得られた生成物は、化学反応が異なるため、燃焼と熱分解とで異なる。

20

【0065】

一実施形態では、本発明の燃焼プロセスは、マイクロ波放射のエネルギーレベルおよび/またはマイクロ波放射の方向の持続時間を決定するために生体物質の開始重量を決定するステップを含む。生体物質の重量は、例えば、スケールの使用、または生体物質の推定もしくは測定された体積に基づく計算によって決定され得る。容器(例えば、ひつぎ)の重量は、決定された生体物質の重量に含まれてもよい。生体物質を含む容器の測定重量から容器の重量(例えばカタログから知ることができる)を差し引いて、容器を含まない生体物質の重量を決定することも可能であり得る。

【0066】

一般に、火葬プロセスは、燃焼した生体物質を例えば室温(20～25)に冷却するステップを含み、これは冷却段階を論じた上で考慮される。この冷却は、能動的または受動的な冷却であってもよい。火葬プロセスはまた、燃焼した生体物質を収集するステップを含むことができる。収集された燃焼した生体物質は、粉碎機(cremulator)と呼ばれる粉碎機に移送されてもよく、粉碎機で微粉化されて微細な灰白色物質になる。次いで、灰は、例えば、骨つぼに収集され得る。

30

【0067】

マイクロ波吸収サセプタは、存在する場合、本発明の燃焼プロセス中に燃焼しない。サセプタがタイルまたは他の形状の形態である場合、燃焼された生体物質は、粉碎および灰の例えば骨つぼへの移送の前にサセプタから分離されてもよい。サセプタは再利用することができる。

40

【0068】

一実施形態では、生体物質は、ヒトまたは動物の体または体部分、および任意選択で容器を含む。容器は、好ましくは、ひつぎ、カスケット(ひつぎの米国名)、バスケット、およびシュラウドからなる群から選択される。より好ましくは、容器はひつぎである。

【0069】

容器は、マイクロ波放射に対して少なくとも部分的に透明でなければならない。容器は、マイクロ波放射が容器に入り、水蒸気が容器から出ることを可能にする限り、従来のひつぎであってもよく、蒸気を放出するために特別な装置は必要とされない。

【0070】

一実施形態では、容器は、好ましくは生体物質の下にマイクロ波吸収サセプタを含んで

50

もよい。

【0071】

一実施形態では、生体物質はトレイ上に存在する。生体物質は容器内にあってもよく、この容器はその後トレイ上に存在する。

【0072】

一実施形態では、チャンバは基部を有し、使用中、電気アーク放電を回避するために生体物質とチャンバの基部との間に間隔がある。トレイが使用され、トレイがチャンバ床と物理的に接触している（すなわち、チャンバ構造体と電氣的に中性である）場合、この実施形態における間隔は、生体物質とトレイとの間である。アーク現象は、チャンバ内で望ましくない熱暴走を引き起こし、システムの破壊および誤動作を引き起こす可能性がある。アーク放電を回避するためには、アーク放電に必要な電界強度（300 kV/m）がアーク放電経路全体に到達しないことが必要である。アーク放電は、間隔が非常に小さい場合、例えば8 mm ~ 3 cmの間で起こり得る。好ましい間隔はシステムに依存するが、例えば、好ましくは少なくとも3 cm、より好ましくは少なくとも5 cmであってもよい。特定の実施形態では、マイクロ波吸収サセプタは、生体物質とチャンバの基部との間の空間に存在してもよい。この間隔は、例えば、チャンバの基部から前記容器内の生体物質を上昇させるために、容器内の偽床（底部区画を追加する）によって実現され得る。サセプタは、例えば、容器の底部区画内に存在してもよい。例えば、容器（例えば、ひつぎ）は、容器を2つの区画に分割する二重底を有することができ、サセプタは底部区画内に存在し、生体物質は上部区画内に存在する。

10

20

【0073】

一実施形態では、トレイとサセプタとの間に断熱材が設けられている。これは、伝導加熱からトレイを保護するのに役立つ。この断熱材は、断熱性を有するセラミック材料であってもよい。例えば窒化ケイ素などのタイルの形態である。

【0074】

加熱すると、生体物質は熱分解により気体生成物を生成する。チャンバを出る任意のガスは、例えばチャンバの出口で、例えば酸素について分析されてもよく、および/または化学反応または物理的変換によって捕捉されてもよい。

【0075】

本発明は、特定の実施形態では、生体物質を燃焼させるための方法に関し、この生体物質は、マイクロ波放射によって、ヒトまたは動物の体または体部分、および任意選択で容器を含み、前記方法は、

30

i) 燃焼されるべき前記生体物質と、チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を提供するステップと、

ii) 酸素の存在下での2段階燃焼プロセスで、前記マイクロ波放射源からの1 MHz ~ 3 GHzの周波数を有するマイクロ波放射を前記生体物質に導くステップであって、前記燃焼プロセスの第1の段階では、10 kW ~ 50 kWの電力を有する前記放射が、前記生体物質を200 未満の乾燥温度まで加熱して、生体物質から水を蒸発させ、乾燥した生体物質を得、前記燃焼プロセスの第2の段階では、10 kW ~ 50 kWの電力を有する前記放射が、マイクロ波吸収サセプタを発火温度まで加熱して、前記乾燥した生体物質を燃焼させ、燃焼した生体物質を得る、ステップと、を含む。

40

【0076】

本発明は、特定の実施形態では、マイクロ波放射による、ヒトまたは動物の体または体部分、および任意選択で容器を含む生体物質の燃焼方法に関し、前記方法は、

i) 前記生体物質がマイクロ波放射から前記サセプタを少なくとも部分的に閉塞するように、前記生体物質および前記サセプタが前記チャンバ内に存在するように、燃焼されるべき前記生体物質と、マイクロ波吸収サセプタと、チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を提供するステップと、

ii) 前記マイクロ波放射源からの1 MHz ~ 3 GHzの周波数を有するマイクロ波放射を、酸素の存在下での2段階燃焼プロセスで前記生体物質および前記少なくとも部分的

50

に閉塞されたサセプタに導くステップであって、前記燃焼プロセスの第1の段階では、前記放射が前記生体物質を200未満の乾燥温度まで加熱して生体物質から水を蒸発させ、乾燥した生体物質を得、前記燃焼プロセスの第2の段階では、前記放射がマイクロ波吸収サセプタを400～500の発火温度まで加熱して前記乾燥した生体物質を燃焼させ、燃焼された生体物質を得る、ステップと、を含む。

【0077】

本発明は、特定の実施形態では、マイクロ波放射による、ヒトまたは動物の体または体部分、および任意選択で容器を含む生体物質の燃焼方法に関し、前記方法は、

i) 前記生体物質がマイクロ波放射から前記サセプタを少なくとも部分的に閉塞するように、前記生体物質および前記サセプタが前記チャンバ内に存在するように、燃焼されるべき前記生体物質と、マイクロ波吸収サセプタと、チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を提供するステップと、

ii) 前記マイクロ波放射源からの1MHz～3GHzの周波数を有するマイクロ波放射を、酸素の存在下での2段階燃焼プロセスで前記生体物質および前記少なくとも部分的に閉塞されたサセプタに導くステップであって、前記燃焼プロセスの第1の段階では、前記放射が前記生体物質を乾燥温度まで加熱して生体物質から水を蒸発させ、乾燥した生体物質を得、前記燃焼プロセスの第2の段階では、前記放射がマイクロ波吸収サセプタを発火温度まで加熱して前記乾燥した生体物質を燃焼させ、燃焼された生体物質を得る、ステップと、を含む。

【0078】

開示された実施形態に対する他の変形は、図面、開示、および添付の特許請求の範囲の研究から、特許請求された発明を実施する際に当業者によって理解および達成され得る。特許請求の範囲において、「含む」という語は他の要素またはステップを除外せず、不定冠詞「a」または「a」は複数を除外しない。単一のプロセスまたは他のユニットは、特許請求の範囲に記載されたいくつかの項目の機能を果たすことができる。特定の手段が相互に異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの手段の組み合わせを有利に使用することができないことを示すものではない。特許請求の範囲におけるいかなる参照符号も、その範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

【0079】

条項

1. マイクロ波放射による生体物質の燃焼方法であって、

i) 燃焼されるべき前記生体物質と、マイクロ波吸収サセプタと、チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を提供するステップと、

ii) 前記生体物質を燃焼させるために、前記マイクロ波放射源からのマイクロ波放射を前記生体物質および前記サセプタに導くステップと、を含む方法。

【0080】

2. ステップi)では、前記生体物質および前記サセプタは、前記生体物質がマイクロ波放射から前記サセプタを少なくとも部分的に閉塞するように前記チャンバ内に存在する、条項1に記載の方法。

【0081】

3. マイクロ波吸収サセプタはサセプタ材料を含み、好ましくは、前記サセプタ材料は炭化ケイ素である、条項1または2のいずれかに記載の方法。

【0082】

4. マイクロ波吸収サセプタはタイルの形態である、条項1から3のいずれかに記載の方法。

【0083】

5. マイクロ波放射源は、前記生体物質に向けられた少なくとも1つの導波管に接続されている、条項1から4のいずれかに記載の方法。

【0084】

6. 前記マイクロ波放射源から前記生体物質に導かれるマイクロ波放射は単一周波数で

ある、条項 1 から 5 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 8 5 】

7 . マイクロ波放射は、1 M H z ~ 3 G H z 、好ましくは 1 0 0 M H z ~ 3 G H z 、より好ましくは 5 0 0 M H z ~ 1 . 5 G H z 、最も好ましくは 7 0 0 M H z ~ 1 . 1 G H z の周波数を有する、条項 1 から 6 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 8 6 】

8 . ステップ i i) では、二段階燃焼プロセスを含み、前記燃焼プロセスの第 1 の段階で、前記放射が前記生体物質を加熱して生体物質から水を蒸発させて、乾燥した生体物質を得、前記燃焼プロセスの第 2 の段階で、前記放射がマイクロ波吸収サセプタを発火温度まで加熱して前記乾燥した生体物質を燃焼させ、燃焼した生体物質を得る、条項 1 から 7 のいずれかに記載の方法。

10

【 0 0 8 7 】

9 . マイクロ波放射は、ステップ i i) の開始時から少なくとも前記生体物質の発火点まで印加される、条項 1 から 8 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 8 8 】

1 0 . 本方法は大気圧下で行われる、条項 1 から 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 8 9 】

1 1 . 本方法は、酸素、好ましくは空気の存在下で行われる、条項 1 から 1 0 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 9 0 】

1 2 . マイクロ波放射のエネルギーレベルおよび / またはマイクロ波放射の方向の持続時間を決定するために、生体物質の開始重量を決定するステップを含む、条項 1 から 1 1 のいずれかに記載の方法。

20

【 0 0 9 1 】

1 3 . 生体物質が、ヒトまたは動物の体または体部分、および任意選択で容器を含む、条項 1 から 1 2 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 9 2 】

1 4 . マイクロ波放射によって、ヒトまたは動物の体または体部分と、任意選択で容器と、を含む、条項 1 から 1 3 のいずれかに記載の生体物質の燃焼方法であって、

i) 前記生体物質がマイクロ波放射からサセプタを少なくとも部分的に閉塞するように、前記生体物質および前記サセプタがチャンバ内に存在するように、燃焼されるべき前記生体物質と、前記マイクロ波吸収サセプタと、前記チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を提供するステップと、

30

i i) 前記マイクロ波放射源からの 1 M H z ~ 3 G H z の周波数を有するマイクロ波放射を、酸素の存在下での二段階燃焼プロセスで前記生体物質および前記少なくとも部分的に閉塞されたサセプタに導くステップであって、前記燃焼プロセスの第 1 の段階では、前記放射が前記生体物質を 2 0 0 未満の乾燥温度まで加熱して生体物質から水を蒸発させ、乾燥した生体物質を得、前記燃焼プロセスの第 2 の段階では、前記放射がマイクロ波吸収サセプタを 4 0 0 ~ 5 0 0 の発火温度まで加熱して前記乾燥した生体物質を燃焼させ、燃焼された生体物質を得る、ステップと、を含む方法。

40

【 0 0 9 3 】

1 5 . 条項 1 から 1 4 のいずれかに記載の方法を含む、ヒトまたは動物の体または体部分を火葬するためのプロセス。

【 0 0 9 4 】

1 6 . 条項 1 から 1 5 のいずれかに記載の方法を含む、ヒトまたは動物の体または体部分を火葬するための方法。

【 0 0 9 5 】

1 7 . マイクロ波放射による生体物質の燃焼方法であって、

i) 燃焼されるべき前記生体物質と、チャンバおよびマイクロ波放射源を含む装置と、を提供するステップと、

50

i i) 前記生体物質を燃焼させるために、前記マイクロ波放射源からのマイクロ波放射を前記生体物質に導くステップと、を含む方法。

【0096】

これらの条項は、本発明のいくつかの態様および実施形態を示す。

【実施例】

【0097】

本発明は、以下の実施例に基づいてさらに説明されるが、これは例示にすぎず、本発明を限定するものとは見なされない。

【0098】

実施例1 - 小規模マイクロ波におけるブタの体部分

この実施例の実験は、ブタの体部分（肉）の試料に対して小規模のマイクロ波（最大電力入力1.8kW）で行った。この実施例は、マイクロ波放射にさらされたときの生体物質の温度変化を示す。結果を図2に示す。温度は熱電対を用いて測定した。図2の太線は、熱電対が肉試料の内側（試料のほぼ中央）に置かれたときの肉の温度変化を示す。1分後に、中心の温度が100に達し、表面水が蒸発したことが観察された。チャンバは蒸気で満たされており、肉は熱変性した。約2分後に、試料中心は120に達した。100以上で、すべての水を蒸発させることは不可能であり、より長い時間枠が必要であった。理論に束縛されることを望むものではないが、本発明者らは、これが高い含水量、肉孔内の限られた拡散性、および焼け焦げによる係止に起因すると考えている。5分後に、肉の中心は約150に達した。完全に燃焼するまでの間、肉は良好に見え、温度は数分間一定のままであった。8分後に、試料は200に達し、肉は緻密で粘性のある黒色液体中で溶融し始めた。肉の複雑な分子、例えばアミノ酸は、より複雑でない化合物に向かって分解し始めた。溶融段階は継続し、約15分後に、試料は300に達したが、完全に炭化されなかった。温度および実験時間を増加させることにより、約400での発火を観察することができた（図2には示されていない）。その後の燃焼は、存在する脂肪の高い発熱量によって持続された。

【0099】

実施例2 - 子ブタ全体のフルスケールマイクロ波

この実施例では、サセブタ材料も容器も存在しなかった。生体物質として子ブタ全体を用いた。

【0100】

全体として、プロセスの発展は以下の通りであることが観察され、これはサセブタおよび/または容器を含む以下の実施例についても同じである。

【0101】

最初に、生体物質は乾燥段階を通過し、この段階では、有機物は、高い含水量（約10分）に起因して投入された電力をすべて吸収する。第2に、生体物質は炭化を開始する。プロセスのこのステップは、完全な生体物質がバイオ炭に変換されるまで、約10分間続く。生体物質全体が炭化すると発火する。発火後に、マイクロ波と火炎との間の強い相互作用が見える。このプロセスは、火炎サイズが大幅に減少してチャンバ内に可燃性物質がほとんど残らなくなるまで、（生体物質の負荷に応じて）さらに約1時間マイクロ波で支援され続ける。この時点で、マイクロ波はオフに切り替えられ、プロセスは空気によって補助される自然燃焼とそれに続く冷却によって継続する。

【0102】

この実施例は、14kg（頭部、骨および皮膚を含む）のブタ全体の燃焼に関する。ブタは、30kWの電力を有するマイクロ波に約1時間10分間さらされ、その後、（望ましくないアーク放電現象のために）電力は約10分間、15kWの電力を有するマイクロ波に減少した。その後、マイクロ波入力をオフにし、自然燃焼を継続した。

【0103】

図3は、単位の温度を左側のY軸にプロットし、kW単位のマイクロ波電力入力を右側のY軸にプロットし、分単位の時間をX軸にプロットしたグラフを示す。3つの異なる

10

20

30

40

50

曲線が示されており、これらは、赤外線温度検知を使用して測定される生体物質の温度についての黒い曲線、チャンバの外壁に配置された熱電対を使用して測定されるチャンバの壁の温度についての暗い灰色の曲線、および印加されるマイクロ波電力についての明るい灰色である。

【0104】

ローマン数字を有する矢印は、各グラフにおいて以下を示す。I = マイクロ波放射の開始、それによって乾燥段階を開始する、II = 燃焼段階の開始、III = マイクロ波電力のスイッチング、IV = サセプタの効果。

【0105】

矢印Iは、30 kWへのマイクロ波放射の印加の開始であり、これは7分後である。その後すぐに、チャンバ壁および生体物質の両方の温度が上昇したことが観察された。1、2、および3で示されるX軸の下のブラケットは、乾燥段階(1)、燃焼段階(2)、および冷却段階(3)である、プロセス中に生じる異なる段階または段階を示す。 10

【0106】

30分をいくらか下回ると、最初の火花が発生し、これは急激な温度上昇として見える。約35分後に、燃焼が真に開始し(矢印IIを参照)、温度は、火炎に起因して最大500 までの振動を伴う生体物質では約400 まで、チャンバ壁では約300 までさらに上昇する。約75~80分後に、マイクロ波はオフに切り替えられ(矢印IIIを参照)、その後、燃焼段階は終了し、冷却段階が開始する。マイクロ波電力は、すぐに15 kWに減少し、その後、約85分でマイクロ波電力は停止され、チャンバおよび燃焼した材料は、約100分間さらに室温まで冷却される。 20

【0107】

図4は、2枚の写真を示しており、最初の1枚は、チャンバに入る前の子ブタ全体である。注。プラスチックラッピングはチャンバに追加されない。第2の写真は、子ブタ全体の骨片を含む残りを示す。

【0108】

実施例3 - フルスケールマイクロ波における3つのサセプタを有するひつぎの中のブタの体部分(肩)

実施例3を実施して、ひつぎおよびサセプタの存在の効果を確認した。結果として、木製のひつぎおよびサセプタは、プロセス全体をスピードアップすることが分かった。ひつぎおよびサセプタでは、チャンバ内の温度がより高くなり、より良好な燃焼がもたらされる。したがって、このプロセスはマイクロ波入力のみで実行することができるが、木製ひつぎおよびサセプタ材料の両方が燃焼を促進すると結論付けることができる。 30

【0109】

図5は、単位の温度を左側のY軸にプロットし、kW単位のマイクロ波電力入力を右側のY軸にプロットし、分単位の時間をX軸にプロットしたグラフを示す。3つの異なる曲線が示されており、これらは、赤外線温度検知を使用して測定される生体物質の温度についての黒い曲線、チャンバの外壁に配置された熱電対を使用して測定されるチャンバの壁の温度についての暗い灰色の曲線、および印加されるマイクロ波電力についての明るい灰色である。この実施例では、それぞれ500 gの炭化ケイ素を含む、8 kgの総重量を有するブタの体部分(肩部)、15 kgの重量を有する木製のひつぎ、および3つのサセプタが使用されている。 40

【0110】

矢印Iは、40 kWへのマイクロ波放射の印加の開始であり、これは0分である。アーク放電を避けるために、電力を10秒ごとに5 kWで増加させることによって徐々に増加させた。その後すぐに、チャンバ壁および生体物質の両方の温度が上昇し、生体物質の温度がより速く上昇することが観察された。1、2、および3で示されるX軸の下のブラケットは、乾燥段階(1)、燃焼段階(2)、および冷却段階(3)である、プロセス中に生じる異なる段階または段階を示す。

【0111】

約 20 分後に燃焼が開始し（矢印 I I 参照）、マイクロ波電力は 10 kW に減少し、温度は、火炎に起因して 550 までの振動を伴う生体物質では約 400 まで、チャンバ壁では約 350 までさらに上昇する。約 70 分後に、マイクロ波電力のスイッチが切られ（矢印 I I I）、温度が低下し、約 100 分後に、生体物質のみの温度が急激に上昇する。これは、生体物質によって閉塞されにくくなる 3 つのサセプタ（矢印 I V）の効果であり、したがって、これらのサセプタはマイクロ波による照射であり、これは急速な温度上昇をもたらす。約 120 分後に、燃焼段階が終了し、冷却段階が開始する。チャンバおよび燃焼した材料は、さらに約 80 分間にわたって室温まで冷却される。

【 0 1 1 2 】

図 6 は、ブタの体部分（肩部）を追加する前のひつぎ内のサセプタの左下、チャンバに入る前のひつぎ内の体部分の左上のいくつかの写真を示す。残りの写真は、残留物を示す。

10

【 0 1 1 3 】

実施例 4 - フルスケールのマイクロ波におけるひつぎの中の子ブタ全体

この実施例では、サセプタ材料は存在しなかった。生体物質としては、木製のひつぎに入った子ブタ全体を用いた。

【 0 1 1 4 】

この実施例は、14 kg（頭部、骨および皮膚を含む）のブタ全体の燃焼に関する。ブタは、乾燥段階を開始して、0 分（矢印 I）から開始して 30 kW の出力を有するマイクロ波に供した。約 13 分後に、温度は 200 の値まで上昇し、約 18 分後に、400 を超える温度に達し、燃焼が開始する（矢印 I I）。約 20 分で、マイクロ波入力を 15 kW に下げ、これを約 125 分まで続けた。70 分後にマイクロ波の増加を加えないが、しかしながら、体温のピークは、容器を開けて内部の残滓を「掻き集める」ことによって引き起こされ、局所的により強い炎を引き起こした。約 125 分で、マイクロ波はオフに切り替えられ（矢印 I I I）、自然燃焼は約 170 分後まで継続され、その後冷却段階が開始する。

20

【 0 1 1 5 】

図 7 は、単位の温度を左側の Y 軸にプロットし、kW 単位のマイクロ波電力入力を右側の Y 軸にプロットし、分単位の時間を X 軸にプロットしたグラフを示す。3 つの異なる曲線が示されており、これらは、赤外線温度検知を使用して測定される生体物質の温度についての黒い曲線、チャンバの外壁に配置された熱電対を使用して測定されるチャンバの壁の温度についての暗い灰色の曲線、および印加されるマイクロ波電力についての明るい灰色である。45 分で熱電対が破断し、チャンバの壁の温度の値が急激に低下したことに留意されたい。

30

【 0 1 1 6 】

矢印は、プロセスにおける特定の重要な点を示し、I はマイクロ波放射の印加の開始であり、I I I は燃焼の開始であり、I V は燃焼の終了である。1、2、および 3 で示される X 軸の下のブラケットは、乾燥段階（1）、燃焼段階（2）、および冷却段階（3）である、プロセス中に生じる異なる段階または段階を示す。

【 0 1 1 7 】

図 8 は 2 枚の写真を示しており、最初の子ブタ全体がチャンバに入る前のひつぎの中にある。注。プラスチックラッピングはチャンバに追加されない。第 2 の写真は、プロセスが完了した後の残留物を示す。

40

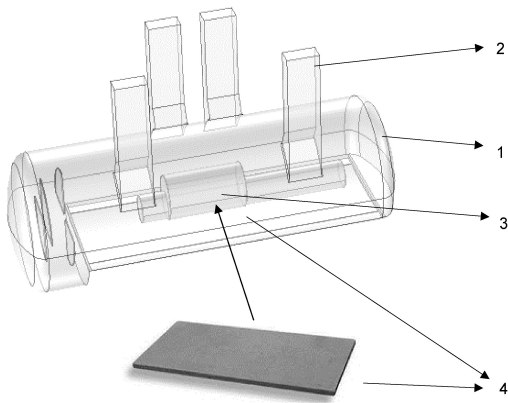
【 0 1 1 8 】

本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲によって定義される。本発明の目的の 1 つまたは複数、添付の特許請求の範囲および上記の条項によって達成される。

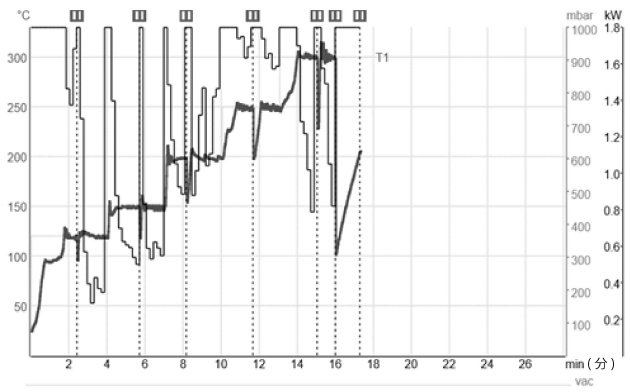
50

【 図面 】

【 図 1 】

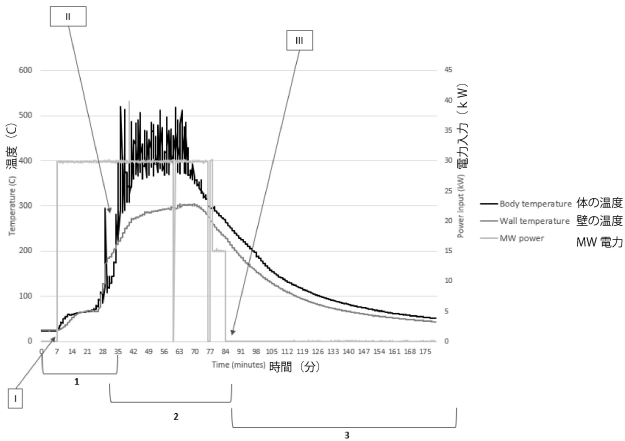


【 図 2 】

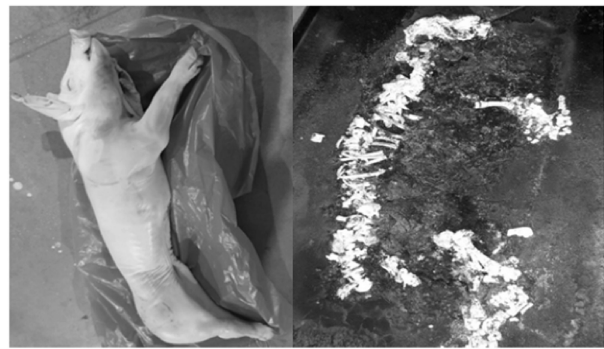


10

【 図 3 】



【 図 4 】



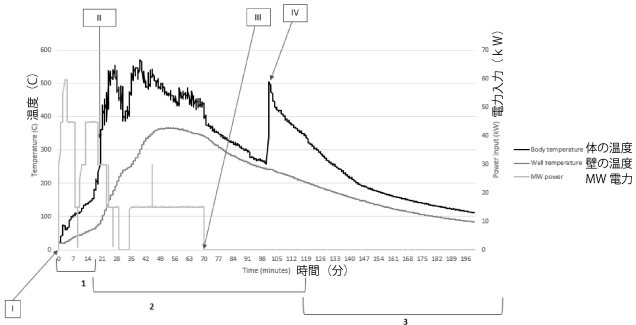
20

30

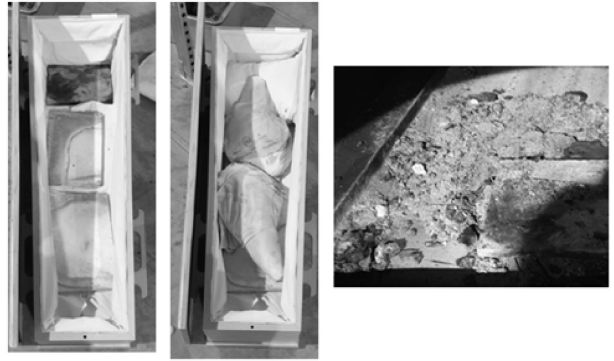
40

50

【 図 5 】

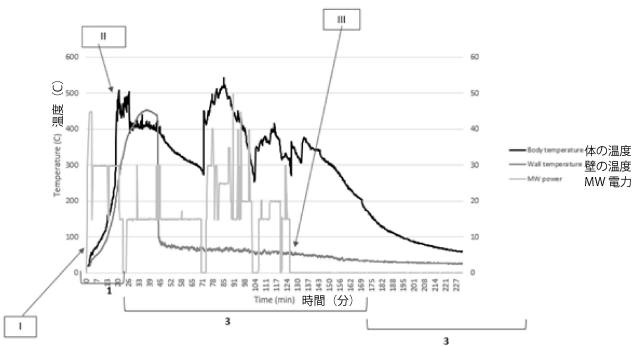


【 図 6 】

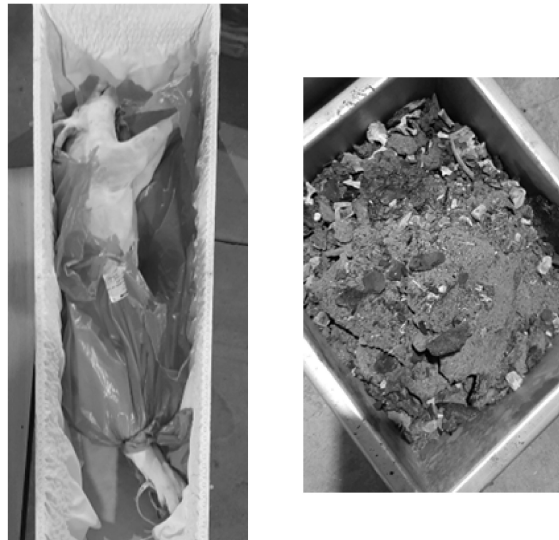


10

【 図 7 】



【 図 8 】



20

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/NL2021/050625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F23G1/00 H05B6/80 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F23G H05B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 032 596 A (DOWSON & MASON LTD) 8 May 1980 (1980-05-08) cited in the application the whole document -----	1, 5-12, 15
A	US 6 092 301 A (KOMANOWSKY MICHAEL [US]) 25 July 2000 (2000-07-25) column 5, line 46 - column 14, line 9 figures 1-5 -----	1-15
A	DE 44 17 701 C1 (FABRITZ GERHARD [DE]) 24 August 1995 (1995-08-24) cited in the application column 1, line 67 - column 2, line 12 column 4, line 37 - column 6, line 27 figures 1, 2 -----	1, 7-12, 15
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 18 January 2022	Date of mailing of the international search report 26/01/2022	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Rudolf, Andreas	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

page 1 of 2

10

20

30

40

1

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/NL2021/050625
--

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP S59 41710 A (TAIYOU CHIKURO KOGYO KK) 8 March 1984 (1984-03-08) the whole document -----	1, 5-15
A	KR 2018 0058544 A (CHO NAM SANG [KR]) 1 June 2018 (2018-06-01) figure 1 and the relating passage of the description -----	1, 5-15

10

20

30

40

1

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/NL2021/050625

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2032596	A	08-05-1980	NONE
US 6092301	A	25-07-2000	NONE
DE 4417701	C1	24-08-1995	NONE
JP S5941710	A	08-03-1984	NONE
KR 20180058544	A	01-06-2018	NONE

10

20

30

40

50

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,K
E,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,N
G,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,
TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

Fターム(参考) 3K090 AA11 AA20 AB20 BA01