

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-537645

(P2004-537645A)

(43) 公表日 平成16年12月16日(2004. 12. 16)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C 1 0 L 5/44	C 1 0 L 5/44 Z A B	3 L 1 1 3
B 0 9 B 3/00	C 1 0 L 5/46	4 D 0 0 4
C 1 0 L 5/46	C 1 0 L 5/48	4 H 0 1 5
C 1 0 L 5/48	F 2 6 B 3/04	
F 2 6 B 3/04	F 2 6 B 9/06 H	
	審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 85 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2003-519331 (P2003-519331)
 (86) (22) 出願日 平成14年3月28日 (2002. 3. 28)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年2月12日 (2004. 2. 12)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2002/001497
 (87) 国際公開番号 W02003/014644
 (87) 国際公開日 平成15年2月20日 (2003. 2. 20)
 (31) 優先権主張番号 0119616.1
 (32) 優先日 平成13年8月11日 (2001. 8. 11)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

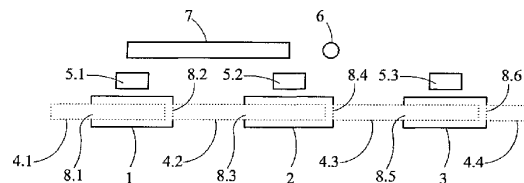
(71) 出願人 504054354
 テレンス、パトリック、ダン
 TERENCE PATRICK DUN
 NE
 イギリス国スタッフォードシャー、ストー
 ク-オン-トレント、サルターズ、レイン
 、ソルトハウス、ファーム
 (71) 出願人 504054365
 グラハム、バード
 GRAHAM BIRD
 イギリス国チェシャー、アルサガー、エド
 ワーズ、ウェイ、14

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機物質の処理

(57) 【要約】

有機物質を処理する方法であって、有機物質を、過熱蒸気と高温不活性ガスと高温空気と高温処理ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気中で、100より高温まで加熱する工程と、この工程に続いて、加熱された有機物質を、過熱蒸気と不活性ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気中で冷却する工程とを含むことを特徴とする。この方法を実施するために使用する処理装置についても述べられている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

有機物質の処理方法であって：

この有機物質を、過熱蒸気と高温不活性ガスと高温空気と高温処理ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気中で、100より高温まで加熱する工程と；

この工程に続いて、加熱された有機物質を、過熱蒸気と不活性ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気中で冷却する工程とを含むことを特徴とする処理方法。

【請求項 2】

過熱蒸気を含む雰囲気中で有機物質を乾燥するのを最初の工程としてさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 3】

有機物質が配置された雰囲気を加熱することによって、有機物質が間接加熱される請求項 1 または 2 記載の方法。

【請求項 4】

有機物質の加熱時に生成されるガスの一部分が捕集される請求項 1 から 3 いずれかひとつに記載の方法。

【請求項 5】

捕集されたガスの少なくとも一部が燃焼され、次に続く有機物質の加熱に使用される請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

有機物質が冷却される雰囲気中の不活性ガスが過熱蒸気から構成される請求項 1 から 5 いずれかひとつに記載の方法。

20

【請求項 7】

噴霧化された水を、その量を制御して、過熱蒸気に供給することによって、過熱蒸気の温度を制御する請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

処理方法が連続法で、この連続法において、有機物質が処理包囲体内まで流れ、この処理包囲体内で加熱が行われて、これに続いて有機物質が冷却包囲体内まで移動して、この冷却包囲体内で有機物質の固体残渣が冷却される請求項 1 から 7 いずれかひとつに記載の方法。

30

【請求項 9】

有機物質が包囲体から下向きに延びる管を通して包囲体に入っておよび出て、管内に温度/密度差層が形成され、この層が機能して形成されたシールにより、ガスが実質的に、管を通して包囲体に入らないようにまたはそこから出ないようにする請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】

処理方法がバッチ法で、このバッチ法において、有機物質が制御された処理環境内に配されており、この処理環境に適切なガスを適切な温度で供給することにより、有機物質が加熱され、引き続いて冷却される請求項 1 から 7 いずれかひとつに記載の方法。

【請求項 11】

有機物質の加熱中に生成されたガスの少なくとも一部が捕集される請求項 10 記載の方法。

40

【請求項 12】

処理方法がシーケンスバッチ法で、少なくとも 1 個の別の制御された処理環境が提供され、この処理環境が、ひとつの処理環境で捕集されたガスが、もうひとつの処理環境で加熱に使用されるように、調整されている請求項 11 記載の方法。

【請求項 13】

添付のどの図であってもそれを参照してほぼ明細書で説明したように有機物質を処理する方法。

【請求項 14】

有機物質の処理に使用する処理装置であって：

50

処理包囲体と；

この処理包囲体内の雰囲気を加熱する手段と；

冷却包囲体と；

処理包囲体と冷却包囲体それぞれに入ってそこを通過して有機物質を搬送する搬送手段と；
ガスが、それぞれの前記包囲体に入ってそこから出てまたは前記包囲体どうしの間で移動
することを制限するシール手段とを備えることを特徴とする装置。

【請求項 15】

シール手段が、処理包囲体と冷却包囲体とからそれぞれ下向きに延びる管から構成され、
有機物質が管を通過してそれぞれ前記包囲体に入っておよびそこから出て流れ、さらに管内
に温度/密度差層が形成され、適用に際し、ガスが、前記管に沿って前記包囲体に入って
あるいはそこから出て流れないようにする請求項 14 記載の装置。 10

【請求項 16】

乾燥包囲体をさらに備え、有機物質が処理包囲体に入る前にこの乾燥包囲体を通過して流れ
る請求項 14 または 15 記載の装置。

【請求項 17】

少なくとも 1 個の追加処理包囲体をさらに備える請求項 14 から 16 いずれかひとつに記
載の装置。

【請求項 18】

捕集手段をさらに備え、これによって有機物質の加熱時に生成されるガスの少なくともそ
の一部分を捕集する請求項 14 から 17 いずれかひとつに記載の装置。 20

【請求項 19】

有機物質の処理に使用する処理装置であって：

処理および冷却包囲体と；

処理および冷却包囲体内の雰囲気を制御する手段と；

処理および冷却包囲体に入ってまたはそこから出てガスが移動することを制限するシール
手段とを備えることを特徴とする装置。

【請求項 20】

制御する手段が、

再循環経路と；

この再循環経路に沿って流れるガスを加熱する加熱器手段と； 30

ガスの取り出し、取り替え、あるいは置換を可能にするバルブ手段とを備える請求項 19
記載の装置。

【請求項 21】

シール手段がメカニカルシールで構成される請求項 19 または 20 に記載の装置。

【請求項 22】

少なくとも 1 個の別の処理および冷却包囲体をさらに備え、ひとつの処理および冷却包囲
体から取り出されたガスが、少なくとも 1 個のもうひとつの処理および冷却包囲体の加熱
に使用されることを特徴とする請求項 19 から 21 いずれかひとつに記載の装置。

【請求項 23】

添付のどの図であってもそれを参照してほぼ明細書で説明したように有機物質を処理する
装置。 40

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、過熱蒸気および/または他のガス中で有機物質を処理する方法および装置にお
いて、その物質からガスとして出る成分を有用に回収あるいは燃焼しながら、その物質の
物性および/または化学組成を有利に変化させ、次いでその固体残渣を不活性ガス中で冷
却し、この固体残渣が再び周囲空気に出したときに自然発火を起こさないようにするた
めのものに関する。有機物質としては、水分を含んだ有機物質でよく、この場合、最初に物
質を乾燥する操作が含まれることになる。このとき過熱蒸気中で乾燥するのが好都合であ
る。本発明は、連続法、バッチ法および連続シーケンスバッチ法での物質処理に、適用 50

可能である。

【0002】

用語「有機物質」に含まれるものを挙げれば、生木や消費者から回収された木材、このようなものの以外の有機物質としての林業廃棄物や農業廃棄物など、さらに有機物質が主体となるものまたは有機物質部分を含むものであれば特に限定せず、たとえば製紙業や食品産業からのスラッジ、あるいは生ごみ、紙ごみ、プラスチックごみ、本発明によって特に有利に処理される古タイヤなどを含む、都市ごみや事業所ごみなどがある。多くの場合このような有機物質は、かなりの水分を含むことが認識されよう。

【0003】

過熱蒸気中で水分を含んだ物質を乾燥させることはこれまでも公知である。たとえば英国特許明細書2281383号で述べられた水分を含む物質を過熱蒸気中で連続乾燥させる装置は、乾燥包囲体と、この乾燥包囲体と連通する開口端部型入口管および開口端部型出口管と、乾燥しようとする物質を入口管沿いから包囲体を通して出口管沿いに搬送するコンベヤーとを備えている。過熱蒸気は、包囲体内の初期ガスを熱源と乾燥中の物質との間で循環させることによって、この物質に含まれる水分から、および/または外部の源から包囲体内に過熱蒸気を噴射することによって、包囲体内に生成される。また入口管と出口管とは共に乾燥包囲体から下向きに延びて、さらにこの包囲体からのベント管の出口は通常、入口管沿いおよび出口管沿いにおける中間高さに設けられている。適用に際し、過熱蒸気は入口管沿いおよび出口管沿いに下向きに流れやすくなっており、外部の空気は入口管沿いおよび出口管沿いに上向きに流れやすくなっているため、これら過熱蒸気と外部の空気とがそれぞれの管内でぶつかり、蒸気/空気の温度差や密度差から層が形成される。このような層が、包囲体からの蒸気の逃げおよび/または包囲体内に空気が入ることに対して障壁として機能しながらそれと同時に、物質が管沿いおよび包囲体に入りそこから出て自由に搬送されることを可能とする。

【0004】

つまり、英国特許明細書2281383号の開示する連続乾燥処理では、この障壁は物理的なものではないため、乾燥しようとする物質は、乾燥包囲体に入っておよび/またはそこから出て流れる際に特に何も制限なく自由に通過できるようになっていながら、それと同時に、この障壁がほぼ気密のシールを実効的に提供することにより、乾燥包囲体から過熱蒸気が逃げないように、あるいはそこに空気が入り込まないようにしているということである。なお、ベント管を通して逃げる蒸気は凝縮することができ、その熱エネルギー回収をはかっている。

【0005】

本発明によって提供される有機物質の処理方法は、有機物質を過熱蒸気と高温不活性ガスと高温空気と高温処理ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気中で、100より高温まで加熱する工程と、この工程に続いて、過熱蒸気と不活性ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気中で、加熱された有機物質を冷却する工程を含むことを特徴とする。本発明はまた、相対的に簡便な形態でこの方法の使用を可能とするように設計された装置にも関する。

【0006】

こうして本発明は、物質、たとえば水分を含んだ有機物質を、過熱蒸気および他のガス中で、連続法で、バッチ法で、もしくは連続シーケンスバッチ法で処理する方法と装置を提供しようとするものである。このような本発明の方法と装置において、処理しようとする物質は、障壁を通して乾燥包囲体と処理包囲体と冷却包囲体とのそれぞれに入っておよび/またはそれぞれから出て流れる。この障壁は、有意な制約が何もなく物質の自由な通過を可能とする物理的でないもの、またはほぼ気密状態で閉じ得るドア形態の物理的なものである。このような物理的でない障壁あるいは物理的障壁により、実効的でほぼ気密のシールが提供され、過熱蒸気、高温処理ガスまたは不活性冷却ガスが、乾燥包囲体、処理包囲体または冷却包囲体との間であるいはそれぞれから移動しないように、あるいは空気が、乾燥包囲体、処理包囲体および/または冷却包囲体に入らないようにしている。これ

によって、次のように物質を処理することができる。先ず水分を含んだ物質を過熱蒸気中で乾燥し、次にこの乾燥された物質を、処理ガス中で、乾燥に必要とした温度より高温において、物質の物性および/または化学的組成を変化させるために処理し、いっぽうで、物質からガスとして出てくる成分を回収または燃焼し、そして最後は、処理された物質の固体残渣を不活性ガス中で、好ましくはただし限定されることなく過熱蒸気中で、典型的には100よりわずかに高い温度に下がるまで冷却する。ただしいかなる場合も前記残渣が周囲空気に再び出たときに自然発火してしまう温度よりは必ず低くなっている。あるいはまた処理しようとする物質がバッチとして配されることも可能で、この場合、バッチは少なくとも1個のほぼ気密の乾燥、処理および冷却包囲体で、乾燥され処理されそして冷却される。

10

【0007】

ひとつの形態における本発明の装置は、乾燥包囲体と、少なくとも1個の処理包囲体と、冷却包囲体と、管内を通りながら、前記乾燥包囲体と処理包囲体と冷却包囲体とのそれぞれの中に入ってそれぞれを通して進む搬送手段と、および管内を通りながら冷却包囲体から出て進む搬送手段とを備え、さらに前記管が前記包囲体と連通もしくは係合し、前記包囲体と前記管とが断熱されている。したがって、後に言及される場合を除いて、前記包囲体と、前記管と、管と包囲体との結合部がすべて気密になる。

【0008】

最初の暖気運転期間中、乾燥包囲体は、熱源を用いて再循環ファン手段で前記乾燥包囲体に当初から含まれていた周囲空気雰囲気気を再循環することによって加熱され、そのいっぽうで、水分を含んだ物質が前記搬送手段により乾燥包囲体に入ってそこを通して移送され始める。さらにその再循環している周囲空気雰囲気気は、英国特許明細書2281383号で述べられた公知の方法により、物質中の水分から生成され再循環している過熱蒸気によって、置換される。こうして再循環している過熱蒸気は、英国特許明細書2281383号に述べられたように、物質の乾燥を完了し、前記物質中の水分から生成された追加蒸気が抜き出され、好ましくはただし限定されることなく凝縮器に入る。その後この物質は、乾燥包囲体から出て、少なくとも1個の処理包囲体内に移送される。

20

【0009】

乾燥された物質が、前記搬送手段によって乾燥包囲体から少なくとも1個の前記処理包囲体内に移送され始める前に、少なくとも1個の処理包囲体の暖気運転を始める。そのために、熱源を用いて再循環ファンで少なくとも1個の前記処理包囲体に当初から含まれていた周囲空気雰囲気気を再循環する。そして少なくとも1個の処理包囲体内のこの空気は、100より高温になると、外部から供給された不活性ガス雰囲気気によって、もしくは乾燥包囲体で生成されている蒸気の一部あるいは全部によって、置換できる。この乾燥包囲体で生成された蒸気は、乾燥包囲体から抜き出されて前記凝縮または冷却手段に入る代わりに、抑制器のついた管を介して少なくとも1個の前記処理包囲体に一時的に入る、つまりは過熱蒸気雰囲気気である。こうして、少なくとも1個の処理包囲体に含まれることになった、前記周囲空気雰囲気気、外部から供給された前記不活性ガス雰囲気気、あるいは前記過熱蒸気雰囲気気は、乾燥包囲体において過熱蒸気中での乾燥が進行しているときの温度より高温に至るまで加熱される。この加熱は、前記熱源を用いて少なくとも1個の前記処理包囲体を通して前記再循環ファンで処理包囲体内の雰囲気気を再循環することによって、行われる。

30

40

【0010】

乾燥された物質が、少なくとも1個の前記処理包囲体を通して移送されて、乾燥包囲体における過熱蒸気中での乾燥が進行する温度より高い前記温度で処理され始めると、少なくとも1個の前記処理包囲体内の空気雰囲気気、不活性ガス雰囲気気あるいは過熱蒸気雰囲気気は、乾燥された前記物質から生成された高温処理ガスによって置換される。これに続いて、前記熱源を用いて少なくとも1個の前記処理包囲体内の乾燥された前記物質を通して再循環ファン手段でこの高温処理ガスを再循環することによって、乾燥された前記物質の加熱および処理が進行する。したがって、乾燥包囲体において過熱蒸気中での乾燥が進行する

50

ときの温度より高い前記温度が維持される。そして少なくとも1個の前記処理包囲体を通じて移送されそこで処理される乾燥された前記物質から生成された追加高温処理ガスが抜き出されて、凝縮または冷却手段に入る。あるいはまた、この追加高温処理ガスが燃焼可能な場合は、燃焼手段に入る。いっぽう、前記凝縮または冷却手段から出た燃焼可能である非凝縮性ガスはどれも、利用するとしたら、前記燃焼手段内に導かれ、この燃焼手段における、燃焼可能である非凝縮性ガスの燃焼と、前記追加高温処理ガスの燃焼とから生成された燃焼ガスによって、もしあれば、前記熱源が加熱されてもよい。

【0011】

乾燥された前記物質から高温処理ガスが生成された後に残る高温固体残渣が、搬送手段によって、少なくとも1個の前記処理包囲体から冷却包囲体に移送され始める前に、冷却包囲体10に当初から含まれていた周囲空気雰囲気11の置換が行われてもよい。そのためにまず、前記熱源を用いて再循環ファンで前記冷却包囲体11に当初から含まれていた周囲空気雰囲気を再循環することによって加熱する。あるいはまた、たとえば、前記熱源から出た煙道ガスの一部分を冷却包囲体11に入るよう調整することによって、この周囲空気雰囲気を加熱する。こうして、前記冷却包囲体11における空気または煙道ガスの一部分が加わった空気の温度が100より高温になると、前記周囲空気雰囲気または煙道ガスの一部分が加わった空気雰囲気は、過熱蒸気雰囲気によって置換される。この過熱蒸気は、前記乾燥包囲体で生成されている追加蒸気の一部または全部を抜き出して、前記凝縮または冷却手段に入れる代わりに、抑制器のついた管手段を介して前記冷却包囲体11に一時的に入れたものである。あるいはまた、前記冷却包囲体11に当初から含まれていた前記周囲空気雰囲気が、外部から提供された不活性ガス雰囲気によって置換されてもよい。20

【0012】

冷却包囲体の雰囲気が周囲空気である場合、前記高温固体残渣が、冷却包囲体の空気雰囲気を通って移送されるときに、前記高温固体残渣の少量部分が限られた燃焼を行い、空気雰囲気は、生成されたほぼ無酸素の高温燃焼ガスによって置換される。その後、ほぼ無酸素の前記高温燃焼ガスは、冷却包囲体を通して、さらに凝縮または冷却手段を通して、再循環ファンで再循環される。この凝縮または冷却手段では、高温固体残渣から生成された高温の処理ガスはどれもが凝縮され、さらにほぼ無酸素の前記高温燃焼ガスのほうは冷却される。こうして、冷却された燃焼ガスが、凝縮器または冷却器から前記冷却包囲体に戻ると、こんどは前記高温固体残渣を冷却するようになる。その後これらの残渣は、前記搬送手段によって、前記冷却包囲体から周囲空気に移送される。30

【0013】

また、前記冷却包囲体の雰囲気が過熱蒸気である場合、前記高温固体残渣が前記冷却包囲体の過熱蒸気雰囲気を通して移送されているときに、この過熱蒸気は、前記冷却包囲体を通して、ファン手段で再循環される。そして冷却包囲体には、噴霧化された冷却水が水の噴霧手段によって、好ましくはただし限定されることなく前記ファン手段の中心部に向かって、噴射され、ここで冷却水が前記ファン手段の中心部に向かって噴射されていると好ましく、さらにこの噴射速度は、前記過熱蒸気を100よりわずかに高い温度に下がるまで十分に冷却できる速度になっている。こうして、噴霧化された水から前記冷却包囲体で生成された追加蒸気、および前記高温固体残渣から生成された高温処理ガスは、前記凝縮または冷却手段で凝縮される。そのいっぽうで、冷却された再循環している過熱蒸気は、こんどは前記高温固体残渣を冷却するようになる。その後これらの残渣は、前記搬送手段によって、前記冷却包囲体から周囲空気に移送される。40

【0014】

さらに、前記冷却包囲体の前記雰囲気が過熱蒸気以外の不活性ガスである場合、前記高温固体残渣が、前記冷却包囲体の不活性ガス雰囲気を通して移送されているときに、この不活性ガスは、前記冷却包囲体を通して、さらに凝縮または冷却手段を通して、ファン手段で再循環される。凝縮器または冷却器では、前記高温固体残渣から生成された別の高温処理ガスの凝縮可能成分が凝縮され、そして不活性ガスおよび前記別の高温処理ガスの非凝縮性成分が100よりわずかに高い温度に下がるまで冷却される。こうして冷却された50

不活性ガスおよび前記別の高温処理ガスの非凝縮性成分が、前記冷却包囲体 3 に戻ると、こんどは前記高温固体残渣を冷却するようになる。その後これらの残渣は、前記搬送手段によって、前記冷却包囲体から周囲空気に移送される。

【0015】

最初の前記暖気運転期間完了後、前記搬送手段により、水分を含んだ物質は、周囲空気から出て、蒸気/空気の層形成シールを上向きに通って、そして前記乾燥包囲体内の過熱蒸気雰囲気に入ってそこを通過して、移送され続ける。いっぽう、前記搬送手段により、乾燥された物質は、前記乾燥包囲体内の過熱蒸気雰囲気から出て、蒸気/空気の層形成シールを下向きに通って、そして周囲空気を通して、移送され続ける。その後、この搬送手段により、乾燥された前記物質は、高温処理ガス/空気の層形成シールを上向きに通って、そして前記少なくとも 1 個の処理包囲体内の前記高温処理ガス雰囲気に入ってそこを通過して、移送され続ける。また、前記搬送手段により、処理された物質の高温固体残渣は、少なくとも 1 個の処理包囲体内の前記高温処理ガス雰囲気から出て、高温処理ガス/空気の層形成シールを下向きに通って、そして周囲空気を通して、移送され続ける。その後、この搬送手段により、前記高温固体残渣は、ほぼ無酸素の燃焼ガス/空気の層形成シールあるいは過熱蒸気/空気の層形成シールまたは他の不活性ガス/空気の層形成シールを上向きに通って、前記冷却包囲体内の 100 よりわずかに高温の、燃焼ガス雰囲気あるいは過熱蒸気雰囲気または他の不活性ガス雰囲気に入ってそれぞれを通過して、移送される。さらに搬送手段により、冷却された固体残渣は、それぞれ前記冷却包囲体内の 100 よりわずかに高温の前記燃焼ガス雰囲気あるいは過熱蒸気雰囲気または他の不活性ガス雰囲気から出て、それぞれ燃焼ガス/空気の層形成シールあるいは過熱蒸気/空気の層形成シールまたは他の不活性ガス/空気の層形成シールを下向きに通って、そして周囲空気内に移送される。したがって、100 より高温の蒸気雰囲気と、処理ガス雰囲気と、燃焼ガス雰囲気あるいは過熱蒸気雰囲気または他の不活性ガス雰囲気とにおいて、前記層形成シールより上の部分における密度が、周囲空気の密度より有意に低いことによって、蒸気/空気の前記層形成シールと、高温処理ガス/空気の前記層形成シールと、燃焼ガス/空気の前記層形成シールあるいは蒸気/空気の前記層形成シールまたは他の不活性ガス/空気の前記層形成シールとが、無理なく作られ維持されている。これらのシールは、それぞれ、過熱蒸気が乾燥包囲体から逃げることを、高温処理ガスが処理包囲体から逃げることを、他の燃焼ガスあるいは過熱蒸気または他の不活性ガスが冷却包囲体から逃げることを防止し、空気が前記包囲体に入ることを防止する。さらに、前記乾燥包囲体内の前記過熱蒸気による乾燥温度、および前記処理包囲体内の前記高温処理ガスによる処理温度、いずれも 100 より高温に維持する必要がある。そこで、少なくとも 1 個の前記熱源を用いて、前記乾燥体包囲体の再循環ファンで前記過熱蒸気を、前記処理包囲体の再循環ファンで前記高温処理ガスを、別々に再循環し続けていることによって、それぞれの温度を 100 より高温に維持している。さらにまた、前記冷却包囲体の前記燃焼ガスあるいは過熱蒸気または他の不活性ガスの 100 よりわずかに高い温度は、前記高温固体残渣が前記冷却包囲体に入ってそこを通過して移送されているときの、高温固体残渣からの伝熱により維持される。そして、前記乾燥包囲体の前記過熱蒸気と、前記処理包囲体の前記高温処理ガスと、前記冷却包囲体の前記燃焼ガスあるいは前記過熱蒸気または他の前記不活性ガスとはすべて、周囲空気の密度より低い異なる密度を有する。そしてこれらの密度が高くなるように、前記蒸気/空気層形成シールと、高温処理ガス/空気層形成シールと、および燃焼ガス/空気層形成シールあるいは蒸気/空気層形成シールまたは他の不活性ガス/空気層形成シールを設けて、前記包囲体に連係する管を通して、これらの管と隣接する乾燥包囲体と処理包囲体と冷却包囲体とに、ガスが流れないようにしている。

【0016】

最初の暖気運転期間の開始にあたっては、外部から供給された燃料を前記燃焼手段内で燃焼させることによって製造される燃焼ガスを、少なくとも 1 個の熱源における加熱媒体として利用する。しかし暖気運転中や暖気運転が終わってからは、外部から供給された燃料の使用を減らす、あるいはやめてもよい。これが可能となるのは、外部から供給された燃

料の使用を減らす、もしくはやめるのに十分なだけの大きさ、あるいはそれ以上の大きさの熱エネルギーが生じたときであり、生じたからである。このエネルギーは、少なくとも 1 個の前記処理包囲体から抜き出されて前記燃焼手段に直接入った高温処理ガスを燃焼することにより生じたもの、および/または、少なくとも 1 個のいずれかの凝縮または冷却器手段からあるいは凝縮または冷却器手段すべてから出た非凝縮性ガスを燃焼することにより生じたものである。したがって、少なくとも 1 個の前記処理包囲体から抜き出されて前記燃焼手段に直接入った高温処理ガスを燃焼させることにより生じた、および/または、少なくとも 1 個のいずれかの凝縮または冷却手段からあるいは凝縮または冷却器手段すべてから出た非凝縮性ガスを燃焼することにより生じた熱エネルギーが、少なくとも 1 個の前記熱源が必要とする以上の大きさであった場合、余剰燃焼ガスの大部分は、追加装置を、好ましくはただし限定されることなく本明細書で述べた装置と同類の装置を、加熱するのに利用してよい。

10

【0017】

たとえば、乾燥、処理する物質が木で、冷却された固体残渣として生成されるのが木炭である場合、少なくとも 1 個の処理包囲体から前記燃焼手段に直接抜き出されたガスおよび/または少なくとも 1 個の前記凝縮または冷却手段から出た非凝縮性のガスを燃焼することによって生じる熱エネルギーが、外部から供給された燃料を使用する必要があるほどの大きさをさらに越える。したがって、このような余剰エネルギーを乾燥に利用することができ、さらに必要であれば、後述する乾燥、処理および冷却装置と同様の装置をもう 1 基設けて、木炭になるように処理する木として約 2 倍の量をばい焼することもできる。あるいはまた、本発明によるどの装置にも必要とされる電気エネルギーの一部あるいは全部もしくはそれより多くを生成することもできる。

20

【0018】

本発明の装置の変態様は、少なくとも 1 個の乾燥、処理および冷却包囲体を備える。各乾燥、処理および冷却包囲体は再循環経路を有し、この中には、間接加熱器と、再循環ファンと、少なくとも 1 個の容器と、噴霧化された水の噴出ノズルとが配置されている。こうして、適用に際し、少なくとも 1 個の容器は、水分を含んだ物質を装填してから、アクセスドアを通して、前記乾燥、処理および冷却包囲体に入れられる。容器を入れたら、このアクセスドアは気密状態で閉じられる。そして水分を含んだ物質が、乾燥および処理され、その固体残渣が冷却される。そこで先ず、水分を含んだ物質を乾燥させるためにこの物質を通して、間接加熱されたガスの再循環を行う。次に、こうして乾燥された物質の物性および/または化学組成を有利に変化させるために、乾燥されたこの物質を通して、より高温に間接加熱されたガスの再循環を行い、いっぽうで乾燥されたこの物質からガスとして出る成分を回収または有用に燃焼する。最後に、こうして得られた固体残渣を冷却するために、この固体残渣を通して冷却ガスを再循環させる。この変態様は、おおよそ、前述したものと同様である。ただし以下の点で異なる。つまり、前記物質が、搬送手段により、先ず乾燥包囲体に入ってそこから出て、次に処理包囲体に入ってそこから出て、最後に固体残渣として冷却包囲体に入ってそこから出て移送されるという前述の手順の代わりに、この変態様では、前記乾燥、処理および冷却包囲体内で、乾燥段階と処理段階と冷却段階とが行われる。続いて冷却段階が完了すると、前記アクセスドアが開かれ、少なくとも 1 個の前記容器とそれに装填された前記固体残渣とが、前記乾燥、処理および冷却包囲体から取り出される。そして新たに、水分を含んだ物質を装填した少なくとも 1 個の別の容器に取り替えられる。この新しい容器は、前記アクセスドアを通して、前記乾燥、処理および冷却包囲体に入れられる。容器を入れたら、このアクセスドアは再び気密状態で閉じられる。こうして次の乾燥段階を開始できる。またこのような乾燥、処理および冷却包囲体が 2 個以上設けられた場合、各乾燥、処理および冷却包囲体における乾燥段階をシーケンスで開始するのが好ましい。

30

40

【0019】

ベントは、乾燥段階と処理段階と冷却段階とのそれぞれで生成された余剰ガスを、少なくとも 1 個の前記乾燥、処理および冷却包囲体から、大気へ導くものである。これは、2 種

50

類の管を介して行われる。先ず 1 番目の管の場合、前記余剰ガスは、1 番目の管を介して直接的に大気へ導かれるか、あるいは 1 番目の管を介して任意選択的に設けられた凝縮器に入ってそこを通過してから大気へ導かれる。この凝縮器は、このような乾燥、処理および冷却包囲体が 2 個以上提供されるとき、好ましくはただし限定されることなく、少なくとも 1 個の前記乾燥、処理および冷却包囲体の全部に共通したものとなっている。次に、2 番目の管の場合、前記余剰ガスは、2 番目の管を介して燃焼器に入ってそこを通過してから大気へ導かれる。この燃焼器においても、このように乾燥、処理および冷却のうちの 2 個以上がひとつの包囲体で提供されるとき、好ましくはただし限定されることなく、少なくとも 1 個の前記乾燥、処理および冷却包囲体の全部に共通したものとなっている。さらに、任意選択的に設けられた前記凝縮器を通過して流れる非凝縮性ガスは、この燃焼器内に導かれるてもよい。こうして、適用に際し、大気圧はそれぞれの前記乾燥、処理および冷却包囲体内で実効的に維持されるようになる。そしてバルブまたは抑制器手段によって、それぞれの乾燥、処理および冷却包囲体から抜き出された前記余剰ガスは、管を介して、直接的に大気へ方向づけられるか、あるいは任意選択的に設けられた前記凝縮器を通過して間接的に大気へ方向づけられるか、もしくは、前記燃焼器に入る。

10

【0020】

例として、前記乾燥段階と冷却段階とを合わせた時間が、前記処理段階中に乾燥された物質から余剰処理ガスが生成される時間の 3 倍以内であるとき、4 個の乾燥、処理および冷却包囲体が設けられる。そして前記余剰ガスが燃焼可能であるとき、先に開始された包囲体において乾燥段階と冷却段階とを合わせた時間の 3 分の 2 が過ぎる前に、乾燥段階、処理段階および冷却段階を 4 個の包囲体のそれぞれにおいてシーケンスで開始することにより、前記包囲体のうちの少なくとも 2 個において、そこで行われる処理段階中に乾燥された前記物質から余剰処理ガスの生成される時間が重なる。このことから、余剰処理ガスを確実に利用することができる。つまり、前記余剰処理ガスは、好ましくはただし限定されることなく共通の燃焼器に連続的に抜き出され、この燃焼器において前記余剰ガスが連続的且つ清潔に燃焼され、さらにこの燃焼器から連続的に生成された燃焼ガスが、管を通過して前記間接加熱器のうち少なくとも 2 個を通過して導き出される。これら間接加熱器のそれぞれは前記包囲体のそれぞれに配置されている。そして、4 個の包囲体のうち少なくとも 2 個でシーケンスで行われている乾燥段階と処理段階とに必要な熱エネルギーの少なくとも一部を提供できる。あるいはまた、このような乾燥段階と処理段階とへの熱エネルギーの提供が不要な場合、余剰処理ガスが大気へ導かれてもよい。そのいっぽうで、乾燥段階と冷却段階中に生成され抜き出された余剰ガス中に毒性の放出物もしくは燃焼可能な放出物がなければ、この余剰ガスは、抜き出されて直接的に大気へ導かれてもよく、あるいは任意選択的に設けられた共通凝縮器に入れてもよい。しかし前記余剰ガス内に毒性の放出物がある場合は、この余剰ガスは抜き出されて前記凝縮器に入って、前記毒性の放出物は冷却され凝縮されることができ、前記凝縮器から出た凝縮物および非凝縮性ガスはどれも、毒を消される。あるいはまた、毒性の放出物を含む前記余剰ガスが抜き出されて前記凝縮器に入る代わりに、変更態様として、前記余剰ガスが抜き出されて前記燃焼器に入って、そこで燃焼されることにより、毒性の前記放出物が破壊されるようにしてもよい。

20

30

【0021】

本発明による、水分を含んだ物質を連続法で処理するさらに別の装置は、装填包囲体と、乾燥包囲体と、少なくとも 1 個の処理包囲体と、冷却包囲体と、取り出し包囲体とを備える。これらの装填包囲体と、乾燥包囲体と、少なくとも 1 個の処理包囲体と、冷却包囲体と、取り出し包囲体とは、互いに分離できる。この分離は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になるドアによって行われる。そして前記装填包囲体と前記取り出し包囲体とはそれぞれ、この装置の外側から分離できる。この分離は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になる装填ドアおよび取り出しドアによって行われる。

40

【0022】

前記乾燥包囲体と処理包囲体と冷却包囲体とはそれぞれ、各包囲体を通る別々の再循環経路を有する。こうして、適用に際し、水分を含んだ物質の装填された個々の容器は、次の

50

ようにシーケンスで搬送される。つまりこの容器は、最初に、好ましくはスライド式で、閉じたとき気密状態になる前記装填ドアを通して、前記装填包囲体に入り、次いで、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になるドアの1個を通して、前記乾燥包囲体に入る。この乾燥包囲体内で、水分を含んだ前記物質が乾燥される。それから前記容器は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になるもう1個の前記ドアを通して、少なくとも1個の前記処理包囲体に入る。この処理包囲体内で、乾燥ずみの前記物質が処理される。そして前記容器は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になるもう1個の前記ドアを通して、前記冷却包囲体に入る。この冷却包囲体内で、前記固体残渣が冷却される。次いで前記容器は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になるもう1個の前記ドアを通して、前記取り出し包囲体に入る。最後に前記容器は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になる前記取り出しドアを通る。したがって、適用に際し、前記処理包囲体内で乾燥ずみの物質が処理されているあいだに、乾燥ずみで処理されている前記物質から生成された余剰ガスを抜き出して燃焼器に入れることによって、その燃焼により生じた熱エネルギーを、水分を含んだ前記物質の乾燥および処理に必要な熱エネルギーの少なくとも一部として提供できる。

10

【0023】

以下に、図面を参照しながら、実例による本発明の実施態様を詳細に説明する。

【0024】

図1は、水分を含む有機物質を過熱蒸気で連続乾燥し、この乾燥された物質を高温の処理ガス中で処理し、そしてその高温固体残渣を不活性ガスで、好ましくはただし限定されることなく過熱蒸気で、冷却する装置の概要を平面図で略図的に示したものである。さらにこの装置は、乾燥包囲体1と、少なくとも1個の処理包囲体2と、冷却包囲体3と、図示しない管内を通りながら前記乾燥包囲体1と処理包囲体2と冷却包囲体3とのそれぞれの中に入ってそれぞれを通して進む搬送手段4.1、4.2および4.3と、図示しない管内を通りながら冷却包囲体3から出て進む搬送手段4.4とを備え、さらに前記管が前記包囲体1、2および3と連通もしくは係合し、前記包囲体1、2および3と前記図示しない管とが断熱されている。したがって、ただし図2から10を参照して後に言及される場合を除いて、前記包囲体1、2および3と、前記図示しない管と、図示しない前記管の前記包囲体との結合部8.1、8.2、8.3、8.4、8.5および8.6がすべて気密になる。

20

30

【0025】

最初の暖気運転期間中、乾燥包囲体1は、少なくとも1個の間接加熱器7を用いて図示しない再循環ファンで前記乾燥包囲体1に当初から含まれていた周囲空気雰囲気気を再循環することによって加熱され、いっぽう、水分を含んだ物質が、搬送手段4.1により乾燥包囲体1に入ってそこを通して移送され始める。さらにその乾燥包囲体1において、再循環している周囲空気雰囲気気は、英国特許明細書2281383号で述べられた公知の方法により、物質中の水分から生成され再循環している過熱蒸気によって置換される。こうして再循環している過熱蒸気は、英国特許明細書2281383号に述べられたように、物質の乾燥を完了する。その後この物質は、搬送手段4.2によって乾燥包囲体1から出て、少なくとも1個の処理包囲体2内に移送される。したがって適用に際し、前記物質中の水分から生成された追加蒸気は抜き出され、好ましくはただし限定されることなく凝縮器もしくは冷却器5.1に入る。

40

【0026】

乾燥された物質が、搬送手段4.2によって乾燥包囲体1から少なくとも1個の処理包囲体2内に移送され始める前に、少なくとも1個の前記処理包囲体2の暖気運転を始める。そのために、少なくとも1個の間接加熱器7を用いて図示しない再循環ファンで少なくとも1個の前記処理包囲体に当初から含まれていた周囲空気雰囲気気を再循環する。そして処理包囲体2内のこの空気は、100より高温になると、外部から供給された不活性ガス雰囲気気によって、もしくは乾燥包囲体1で生成されている蒸気の一部あるいは全部によって、置換できる。この乾燥包囲体で生成された蒸気は、乾燥包囲体1から抜き出されて、

50

好ましくはただし限定されることなく前記凝縮器または冷却器 5 . 1 に入る代わりに、図示しない抑制器のついた管を介して少なくとも 1 個の前記処理包囲体 2 に一時的に入る、つまりは過熱蒸気雰囲気である。こうして適用に際し、少なくとも 1 個の前記処理包囲体 2 に含まれることになった前記空気、外部から供給された前記不活性ガス雰囲気、あるいは前記過熱蒸気雰囲気は、乾燥包囲体 1 において過熱蒸気中での乾燥が進行しているときの温度より高温に至るまで加熱される。この加熱は、少なくとも 1 個の間接加熱器 7 を用いて、少なくとも 1 個の前記処理包囲体 2 を通って、図示しない前記再循環ファンで、前記空気、外部から供給された前記不活性ガス雰囲気、あるいは前記過熱蒸気雰囲気を再循環することによって行われる。

【 0 0 2 7 】

乾燥された物質が、少なくとも 1 個の前記処理包囲体 2 を通って移送されて、乾燥包囲体 1 における過熱蒸気中での乾燥が進行する温度より高い前記温度で処理され始めると、少なくとも 1 個の前記処理包囲体 2 内の空気雰囲気、不活性ガス雰囲気あるいは過熱蒸気雰囲気は、乾燥された前記物質から生成された高温処理ガスによって置換される。これに続いて、この高温処理ガスを、少なくとも 1 個の前記間接加熱器 7 を用いて、少なくとも 1 個の前記処理包囲体 2 内の乾燥された前記物質を通して、図示しない再循環ファンで再循環することによって、乾燥された前記物質の加熱および処理が進行する。したがって、適用に際し、乾燥包囲体 1 において過熱蒸気中での乾燥が進行しているときの温度より高い前記温度が、前記処理包囲体 2 において維持される。そして少なくとも 1 個の前記処理包囲体 2 を通って移送されそこで処理される乾燥ずみの前記物質から生成された追加高温処理ガスが抜き出されて、凝縮器または冷却器 5 . 2 に入る。あるいはまた、この追加高温処理ガスが燃焼可能な場合は、燃焼器 6 に入る。いっぽう、前記凝縮器または冷却器 5 . 2 から出た燃焼可能な非凝縮性ガスは、前記燃焼器 6 内に導かれる。さらに、この燃焼可能である非凝縮性ガスと前記追加高温処理ガスとを、前記燃焼器 6 で燃焼して生成された燃焼ガスによって、少なくとも 1 個の前記間接加熱器 7 が加熱されてもよい。

【 0 0 2 8 】

乾燥された前記物質から高温処理ガスが生成された後に残る高温固体残渣が、搬送手段 4 . 3 によって、少なくとも 1 個の前記処理包囲体 2 から冷却包囲体 3 内に移送され始める前に、前記冷却包囲体 3 に当初から含まれていた周囲空気雰囲気の置換が行われてもよい。そのためにまず、少なくとも 1 個の前記間接加熱器 7 を用いて図示しない再循環ファンで前記冷却包囲体 3 に当初から含まれていた周囲空気雰囲気を再循環することによって加熱する。あるいはまた、たとえば、少なくとも 1 個の前記間接加熱器 7 から出た煙道ガスの一部分を前記冷却包囲体 3 に入るよう調整することによって、前記冷却包囲体 3 に当初から含まれていた周囲空気雰囲気を加熱する。したがって適用に際し、前記冷却包囲体 3 における空気または煙道ガスの一部分が加わった空気の温度が 1 0 0 度より高温になると、周囲空気雰囲気または煙道ガスの一部分が加わった空気雰囲気は、過熱蒸気雰囲気によって置換されるようになる。この過熱蒸気は、前記乾燥包囲体 1 で生成されている前記追加蒸気の一部または全部を抜き出して、好ましくは前記凝縮器または冷却器 5 . 1 に入れる代わりに、図示しない抑制器のついた管を介して前記冷却包囲体 3 に一時的に入れたものである。あるいはまた、前記冷却包囲体 3 に当初から含まれていた前記周囲空気雰囲気が、外部から提供された不活性ガス雰囲気によって置換されてもよい。

【 0 0 2 9 】

前記冷却包囲体 3 の前記雰囲気が周囲空気である場合、前記高温固体残渣が、前記冷却包囲体 3 の前記周囲空気雰囲気を通して移送されるときに、前記高温固体残渣の少量部分が限られた燃焼を行い、前記空気雰囲気は、生成されたほぼ無酸素の高温燃焼ガスによって置換される。その後、ほぼ無酸素の前記高温燃焼ガスは、前記冷却包囲体 3 を通って、さらに凝縮器または冷却器 5 . 3 を通って、図示しない再循環ファンで再循環される。前記高温固体残渣が、前記冷却包囲体 3 内のほぼ無酸素の前記高温燃焼ガス雰囲気を通して移送されているあいだに、凝縮器または冷却器 5 . 3 では、前記高温固体残渣から生成された別の高温処理ガスの凝縮可能成分が凝縮され、さらにほぼ無酸素の前記高温燃焼ガス、

10

20

30

40

50

そして前記高温固体残渣から生成された前記別の高温処理ガスの非凝縮性成分は、100よりわずかに高い温度に下がるまで冷却される。こうして、適用に際し、冷却された燃焼ガスおよび前記高温固体残渣から生成された別の高温処理ガスの非凝縮成分は、凝縮器または冷却器5.3から前記冷却包囲体3に戻ると、こんどは前記高温固体残渣を冷却するようになる。その後これらの残渣は、前記搬送手段4.4によって、前記冷却包囲体3から周囲空気に移送される。

【0030】

また、前記冷却包囲体3の前記雰囲気が過熱蒸気である場合、前記高温固体残渣が前記冷却包囲体3の過熱蒸気雰囲気を通して移送されているときに、この過熱蒸気は、前記冷却包囲体3を通して、図示しない再循環ファンで再循環される。そして前記冷却包囲体3には、噴霧化された冷却水が噴射され、ここで冷却水が図示しない前記再循環ファンの中心部に向かって噴射されていると好ましく、さらにこの噴射速度は、前記過熱蒸気を100よりわずかに高い温度に下がるまで十分に冷却できる速度になっている。こうして適用に際し、前記高温固体残渣が前記冷却包囲体3内の前記過熱蒸気雰囲気を通して移送されているあいだに、前記冷却包囲体3で噴霧化された前記冷却水から生成された追加蒸気、および前記高温固体残渣から生成された別の高温処理ガスが抜き出されて、凝縮器または冷却器5.3に入り、前記追加蒸気、および前記高温固体残渣から生成された前記別の高温処理ガスの凝縮可能成分はどれも、凝縮器または冷却器5.3で凝縮される。そのいっぽうで、噴霧化された水によって冷却された再循環している過熱蒸気および前記別の高温処理ガスの非凝縮性成分が、こんどは前記高温固体残渣を冷却するようになる。その後これらの残渣は、前記搬送手段4.4によって、前記冷却包囲体3から周囲空気に移送される。

10

20

【0031】

さらに、前記冷却包囲体3の前記雰囲気が過熱蒸気以外の不活性ガスである場合、前記高温固体残渣が、前記冷却包囲体3の不活性ガス雰囲気を通して移送されているときに、この不活性ガスは、前記冷却包囲体3を通して、さらに凝縮器または冷却器5.3を通して、図示しないファンで再循環される。前記高温固体残渣が、前記冷却包囲体3内の前記不活性ガス雰囲気を通して移送されているあいだに、凝縮器または冷却器5.3では、前記高温固体残渣から生成された別の高温処理ガスの凝縮可能成分が凝縮され、さらに前記の不活性ガスおよび前記高温固体残渣から生成された前記別の高温処理ガスの非凝縮性成分が、100よりわずかに高い温度になるまで冷却される。したがって、適用に際し、このように冷却された不活性ガスおよび前記高温固体残渣から生成された前記別の高温処理ガスの非凝縮性成分が凝縮器または冷却器5.3から前記冷却包囲体3に戻ると、こんどは前記高温固体残渣を冷却するようになる。その後これらの残渣は、前記搬送手段4.4によって、前記冷却包囲体3から周囲空気に移送される。

30

【0032】

最初の前記暖気運転期間完了後、前記搬送手段4.1により、水分を含んだ物質は、周囲空気から出て、蒸気/空気の層形成シールを上向きに通って、そして前記乾燥包囲体1内の前記過熱蒸気雰囲気に入ってそこを通して、移送され続ける。そのいっぽうで、前記搬送手段4.2により、乾燥された物質は、前記乾燥包囲体1内の前記過熱蒸気雰囲気から出て、蒸気/空気の層形成シールを下向きに通って、そして周囲空気を通して、移送され続ける。その後、前記搬送手段4.2により、乾燥された前記物質は、高温処理ガス/空気の層形成シールを上向きに通って、そして前記少なくとも1個の処理包囲体2内の前記高温処理ガス雰囲気に入ってそこを通して、移送され続ける。また、前記搬送手段4.3により、処理された物質の高温固体残渣は、少なくとも1個の処理包囲体2内の前記高温処理ガス雰囲気から出て、高温処理ガス/空気の層形成シールを下向きに通って、そして周囲空気を通して、移送され続ける。その後、前記搬送手段4.3により、前記高温固体残渣は、ほぼ無酸素の燃焼ガス/空気の層形成シールあるいは過熱蒸気/空気の層形成シールまたは他の不活性ガス/空気の層形成シールを上向きに通って、前記冷却包囲体3内の100よりわずかに高温の、燃焼ガス雰囲気あるいは過熱蒸気雰囲気または他の不活性

40

50

ガス雰囲気に入ってそれぞれを通して移送される。さらに前記搬送手段 4 . 4 により、冷却された固体残渣は、前記冷却包囲体 3 内の 1 0 0 よりわずかに高温の前記燃焼ガス雰囲気あるいは前記過熱蒸気雰囲気または他の前記不活性ガス雰囲気から出て、それぞれ燃焼ガス/空気の層形成シールあるいは過熱蒸気/空気の層形成シールまたは他の不活性ガス/空気の層形成シールを下向きに通って、そして周囲空気内に移送される。以上は図 2 から 6 を参照して、より詳しく後述する。こうして適用に際し、1 0 0 より高温の蒸気雰囲気と、高温処理ガス雰囲気と、燃焼ガス雰囲気あるいは過熱蒸気雰囲気または他の不活性ガス雰囲気とにおいて、前記層形成シールより上の部分における密度が、周囲空気の密度より有意に低いことによって、蒸気/空気の前記層形成シールと、高温処理ガス/空気の前記層形成シールと、燃焼ガス/空気の前記層形成シールあるいは蒸気/空気の前記層形成シールまたは他の不活性ガス/空気の前記層形成シールとが、無理なく作られ維持されている。これらのシールは、それぞれ、過熱蒸気が乾燥包囲体 1 から逃げることを、別の高温処理ガスが処理包囲体 2 から逃げることを、燃焼ガスあるいは過熱蒸気または他の不活性ガスが冷却包囲体 3 から逃げることを防止し、空気が前記包囲体 1、2 および 3 に入ること

を防止する。さらに、前記乾燥包囲体 1 内の前記過熱蒸気による乾燥温度、および前記処理包囲体 2 内の前記高温処理ガスによる処理温度、いずれも 1 0 0 より高温に維持する必要がある。そこで、少なくとも 1 個の前記間接加熱器 7 を用いて、図示しない前記再循環ファンで、前記過熱蒸気および前記高温処理ガスを別々に再循環し続けていることによって、それぞれの温度を 1 0 0 より高温に維持している。さらに前記冷却包囲体 3 内の前記燃焼ガスあるいは過熱蒸気または他の不活性ガスの 1 0 0 よりわずかに高い温度は、前記高温固体残渣が前記冷却包囲体 3 に入ってそこを通して移送されているときに、前記高温固体残渣からの、前記冷却包囲体 3 内の過熱蒸気雰囲気あるいは燃焼ガス雰囲気または他の不活性ガス雰囲気への伝熱により、上昇するが、その後再び、図 9 および 1 0 をそれぞれ参照して述べるように、1 0 0 よりわずかに高温まで下降する。そして、前記乾燥包囲体 1 の前記過熱蒸気と、前記処理包囲体 2 の前記高温処理ガスと、前記冷却包囲体 3 の前記燃焼ガスあるいは前記過熱蒸気または他の前記不活性ガスは、周囲空気の密度より低い異なる密度を有する。そしてこれらの密度が高くならないように、前記蒸気/空気層形成シールと、高温処理ガス/空気層形成シールと、および燃焼ガス/空気層形成シールあるいは蒸気/空気層形成シールまたは他の不活性ガス/空気層形成シールを設けて、前記包囲体 1、2 および 3 に連係する図示しない管を通して、これらの管と隣接する乾燥包囲体 1 と処理包囲体 2 と冷却包囲体 3 とに、ガスが流れないようにしている。

【 0 0 3 3 】

最初の暖気運転期間の開始にあたっては、外部から供給された燃料を前記燃焼器 6 内で燃焼させることによって製造される燃焼ガスを、少なくとも 1 個の間接加熱器 7 における加熱媒体として利用する。しかし暖気運転中や暖気運転が終わってからは、外部から供給された燃料の使用を減らす、あるいはやめてもよい。これが可能となるのは、外部から供給された燃料の使用を減らす、もしくはやめるのに十分なだけの大きさ、あるいはそれ以上の大きさの熱エネルギーが生じたときであり、生じたからである。このエネルギーは、少なくとも 1 個の前記処理包囲体 2 から抜き出されて前記燃焼器 6 に直接入った高温処理ガスを燃焼することにより生じたもの、および/または、少なくとも 1 個のいずれかの凝縮器または冷却器 5 . 1、5 . 2 および 5 . 3 からあるいは凝縮器または冷却器 5 . 1、5 . 2 および 5 . 3 すべてから出た非凝縮性ガスを燃焼することにより生じたものである。したがって、適用に際し、少なくとも 1 個の前記処理包囲体 2 から抜き出されて前記燃焼器 6 に直接入った高温処理ガスを燃焼させることにより生じた、および/または、少なくとも 1 個の凝縮器または冷却器 5 . 1、5 . 2 および 5 . 3 からあるいは凝縮器または冷却器 5 . 1、5 . 2 および 5 . 3 すべてから出た非凝縮性ガスを燃焼することにより生じた熱エネルギーが、少なくとも 1 個の前記間接加熱器 7 が必要とする以上の大きさであった場合、余剰燃焼ガスの大部分は、追加装置を、好ましくはただし限定されることなく本明細書で述べた装置と同類の装置を、加熱するのに利用してよい。

【 0 0 3 4 】

図 2 は、主として図 1 に示された装置を側断面図で略図的に示したものである。この装置は、乾燥包囲体 10 と、処理包囲体 11 と、冷却包囲体 12 と、底部のところで大気へ開口し乾燥包囲体 10 の一方の端部内まで上向きに延びる入口管 13 と、前記乾燥包囲体 10 の他方の端部から下向きに延びる出口管 14 と、大気への図示しない開口を少なくとも 1 個有する移送管 15 と、この移送管 15 から処理包囲体 11 の一方の端部内まで上向きに延びる入口管 16 と、前記処理包囲体 11 の他方の端部から下向きに延びる出口管 17 と、大気への図示しない開口を少なくとも 1 個有する移送管 18 と、この移送管 18 から冷却包囲体 12 の一方の端部内まで上向きに延びる入口管 19 と、底部が大気へ開口し前記冷却包囲体 12 の他方の端部から下向きに延びる出口管 20 とを備えている。さらにこの装置の前記移送管 15 は前記管 14 および 16 と気密状態で接続されている。また前記移送管 18 は前記管 17 および 19 と気密状態で接続されている。したがって、適用に際し、前記入口管 13 と前記出口管 20 とにおいてそれぞれの底部が大気へ開口し、前記移送管 15 および 18 が大気への図示しない開口を有することにより、前記包囲体 10、11 および 12 に含まれたガスは大気圧となる。

10

20

30

40

50

【0035】

乾燥し処理し冷却しようとする各物質に適切となる設計となるように設けられた搬送手段 21 により、この物質は次のように移送される。つまり、前記入口管 13 を通って上向きに、次いで前記乾燥包囲体 10 を通ってから、前記管 14 を下向きに、そして好ましくはただし限定されることなく前記管 15 を水平に前記管 16 を上向きに、次いで前記処理包囲体 11 を通ってから、前記管 17 を下向きに、そして好ましくはただし限定されることなく前記管 18 を水平に前記管 19 を上向きに、次いで前記冷却包囲体 12 を通ってから、最終的に前記出口管 20 を下向きに通って、移送される。

【0036】

最初の前記暖気運転期間が終わってから、前記物質（図 2 では 23 と表記して示されている）は、前記管 13 および 14 を横切るように設けられた実効的にほぼ気密な蒸気/空気層形成シールの高さ 22.1 より上の部分で乾燥され、さらに前記乾燥包囲体 10 に入っ

てそこを通過してあるいはそこから出て移送されているときに、過熱蒸気を通過して流れている。これに対して乾燥された前記物質は、前記管 16 および 17 を横切るように設けられた実効的にほぼ気密の高温処理ガス/空気層形成シールの高さ 22.2 より上の部分で処理され、さらに前記処理包囲体 11 に入っ

てそこを通過してあるいはそこから出て移送されているときに、高温処理ガスを通過して流れている。そして、前記物質の固体残渣（図 5 では 23.1 と表記して示されている）は、前記管 19 と 20 とを横切るように設けられた実効的にほぼ気密の燃焼ガス/空気層形成シールあるいは蒸気/空気層形成シールまたは不活性ガス/空気層形成シールの高さ 22.3 より上の部分で冷却され、さらに前記冷却包

囲体 12 に入っ

てそこを通過して、あるいはそこから出て移送されているときに、燃焼ガスあるいは過熱蒸気または他の不活性ガスを通過して流れている。逆に前記物質が、前記管 13、14、16 および 17 をそれぞれ横切るように設けられた実効的にほぼ気密の蒸気/空気層形成シールの高さ 22.1 や高温処理ガス/空気層形成シールの高さ 22.2 より下の部分にあるときに、そして前記固体残渣が、前記管 19 および 20 を横切るように設けられた実効的にほぼ気密の燃焼ガス/空気層形成シールあるいは蒸気/空気層形成シールまたは不活性ガス/空気層形成シールの高さ 22.3 より下の部分にあるときに、周囲空

気から出てそこを通過してあるいはそこに入っ

て流れる。したがって、適用に際し、前記管 13 および 14 内の前記周囲空気の含む蒸気の割合は低くなり、前記管 16 および 17 内の前記周囲空気の含む処理ガスの割合は低くなり、そして前記管 19 および 20 内の前記周囲空気の含む燃焼ガスあるいは過熱蒸気または不活性ガスそれぞれの割合も低くなる。さらに、前記管 13、14、16 および 17 をそれぞれ横切るように設けられた実効的に

ほぼ気密の蒸気/空気層形成シールの高さ 22.1 と、高温処理ガス/空気層形成シールの高さ 22.2 と、前記管 19 および 20 を横切るように設けられた実効的にほぼ気密の燃

焼ガス/空気層形成シールあるいは蒸気/空気層形成シールまたは不活性ガス/空気層形成

シールの高さ 22.3 とは、ほぼ同じとなる。

【 0 0 3 7 】

装置の他の形態としては、少なくとも 1 個の図示しない追加処理包囲体が前記包囲体 1 1 と 1 2 との間に配置されているものが含まれる。このような追加包囲体はどれもが、前記管 1 7、1 8 および 1 9 に相当する別の管をさらに設けて前記包囲体 1 1 および 1 2 に連係されるようになっている。

【 0 0 3 8 】

追加処理包囲体が 1 個もしくはそれより多くある場合、前記管 1 7、1 8 および 1 9 に相当する別の管が、2 個もしくはそれより多くなった処理包囲体を互いに連係するように、設けられる。したがって、適用に際し、前記物質が、前記包囲体 1 2 に相当する 1 個もしくはそれより多くの包囲体に入ってそこを通過するあるいはそこを出て流れながら、前記管 1 7 および 1 9 に相当する別の管を横切るように設けられた実効的にほぼ気密の高温処理ガス/空気層形成シールの高さ 2 2 . 2 より上の部分にあるときに、高温処理ガスを通して移送されている。逆に、前記物質が、前記管 1 7 および 1 9 に相当する別の管を横切るように設けられた実効的にほぼ気密の高温処理ガス/空気層形成シールの高さより下の部分にあるときに、周囲空気を通して流れている。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、図 2 に含まれた乾燥包囲体 1 0 の物質入口端部を側断面図で略図的に示したものである。この図では、前記乾燥包囲体 1 0 と連通し気密状態で接続された入口管 1 3 と、前記入口管 1 3 と前記乾燥包囲体 1 0 とをそれぞれ通って進む搬送手段 2 1 と、前記入口管 1 3 を横切るように設けられた前記蒸気/空気層形成シールの高さ 2 2 . 1 とが示されている。

【 0 0 4 0 】

水分を含んだ物質 2 3 は、搬送手段 2 1 によって前記入口管 1 3 を通って上向きに移送され、蒸気/空気層形成シールの前記高さ 2 2 . 1 より上の部分まで搬送されたときに、前記乾燥包囲体 1 0 内の過熱蒸気雰囲気に入る。前記高さ 2 2 . 1 は、前記英国特許明細書 2 2 8 1 3 8 3 号で述べられているように、凝縮器 2 5 の高さとして表記されている。そしてこの凝縮器 2 5 は、前記乾燥包囲体 1 0 において行われている乾燥処理によって生成された追加蒸気を、ベント 2 4 を通って受け取ってから、それを凝縮物に転化する。さらにこの凝縮物は、凝縮物ドレーン 2 6 を通って回収される。したがって、適用に際し、前記凝縮器 2 5 によって受け取られた前記追加蒸気は、ベント 2 7 によって大気圧に維持されるようになり、さらに前記追加蒸気と共に乾燥包囲体から抜き出された非凝縮性ガスはどれもが、このベント 2 7 を通って出て、スクラビングや必要となりうる他の洗浄処理のあと、図 1 の中で 6 と表記された燃焼器に必要な燃焼空気と共に含まれてもよく、あるいは前記高さ 2 2 . 1 のところで大気に放出されてもよい。いっぽう、前記凝縮器 2 5 は、図示しない冷媒、好ましくはただし限定されることなく空気や水が、前記凝縮器 2 5 に入ってからそこを通過してそこから出て流れることにより、冷却されている。

【 0 0 4 1 】

蒸気や他のガスが、前記乾燥包囲体 1 0 から出て、前記入口管 1 3 を通って、前記入口管 1 3 を横切るように設けられた前記蒸気/空気層形成シールの高さ 2 2 . 1 より下の部分まで降りてきた場合に、この蒸気や他のガスはどれもが、前記入口管 1 3 の開口底部 2 8 を通って大気に出ないようにしなければならない。そのために、図 1 に示された燃焼器 6 に必要な燃焼空気部分を、前記入口管 1 3 の開口底部 2 8 を通って引き上げて、ベント 2 9 を通って、前記入口管 1 3 から出す。このベント 2 9 は、前記高さ 2 2 . 1 のところで前記燃焼器 6 内まで延びている。したがって、適用に際し、蒸気や他のガスが、前記乾燥包囲体 1 0 から出て、前記入口管 1 3 を通って降りてきた場合に、この蒸気や他のガスはどれもが、前記入口管 1 3 の開口底部 2 8 を通って大気に出る代わりに、前記燃焼空気部分に同伴されて前記燃焼器 6 に入ることになる。

【 0 0 4 2 】

図 4 は、乾燥包囲体 1 0 の物質出口管の部分の側断面図で略図的に示したものである。この図では、前記乾燥包囲体 1 0 と連通し気密状態で接続された出口管 1 4 と、この出口管

10

20

30

40

50

14と連通し気密状態で接続されてさらに処理包囲体11と連通し気密状態で接続された入口管16とも連通し気密状態で接続された移送管15と、図示した前記処理包囲体11の物質入口端部の一部と、前記管14、15および16を通して進む搬送手段21と、前記出口管14を横切るように設けられた蒸気/空気層形成シールの高さ22.1と、前記入口管16を横切るように設けられた高温処理ガス/空気層形成シールの高さ22.2とが示されている。これらすべて全体的には、図2を参照して述べたとおりである。またこの図では、前記搬送手段21によって、前記乾燥包囲体10から前記管14、15および16を通して前記処理包囲体11内まで搬送される乾燥された物質23も示されている。

【0043】

前記出口管14と移送管15と入口管16とにおいて、大気圧を確実に維持しなければならない。そしてこれら管内の空気は、前記層形成シールの高さ22.1と22.2の下の部分に確実になければならない。また蒸気や他のガスが、前記乾燥包囲体10から出て、前記出口管14を通して、前記出口管14を横切るように設けられた前記蒸気/空気層形成シールの高さ22.1より下の部分まで降りてきた場合に、この蒸気や他のガスはどれもが、前記移送管15と前記入口管16とを通して前記処理包囲体11に入らないようにしなければならない。さらに高温処理ガスが、前記処理包囲体11から出て、前記入口管16を通して、前記入口管16を横切るように設けられた前記高温処理ガス/空気層形成シールの高さ22.2より下の部分まで降りてきた場合に、この高温処理ガスはどれもが、前記移送管15と前記出口管14とを通して前記乾燥包囲体10に入らないようにしなければならない。これらの必要を満たすために、燃烧空気の別部分が、周囲空気流入管29.1を通して引き上げられ、さらに前記移送管15を横切って上向きに、そして前記搬送手段21とこの搬送手段21によって移送されている高温の乾燥された物質23とを通して、流れるようになっている。これは排出管30への上昇対流によって成される。この排出管30は、前記高さ22.2のところで図1において6と表記された前記燃烧器内まで延びている。したがって、適用に際し、蒸気や他のガスが、前記乾燥包囲体10から前記出口管14を通して前記移送管15内まで降りてくるような場合、高温処理ガスが、前記処理包囲体11から前記入口管16を通して前記移送管15内まで降りてくるような場合、これらのガスは、前記層形成シールの高さ22.1および22.2より下の部分にある乾燥された前記物質23から出る高温ガスと共に、燃烧空気の前記別部分に同伴されて、前記排出管30を通して、前記入口管16を横切るように設けられた前記高さ22.2のところで、前記燃烧器6に入るようになっている。

【0044】

前記周囲空気流入管29.1内と前記排出管30内とに、図示しない熱電対が設けられ、前記排出管30内に配置された抑制器31の開放を制御している。この制御は、前記制御器31の開閉を管理することにより行う。制御器31を開放するのは、前記周囲空気流入管29.1の温度が上昇しているときであり、これは、前記移送管15を通して移送されている乾燥された前記物質23から出る高温ガス、および/または前記出口管14を通して下向きに移動する蒸気、あるいは前記入口管16を通して下向きに移動する高温処理ガス、これらのガスが、周囲空気流入管29.1を通して、流出している状態を示している。そして制御器31を閉鎖するのは、前記排出管30の温度が下降しているときか過剰に上昇しているときである。前記排出管30の温度の下降は、燃烧空気の前記別部分を前記燃烧器6内に導く、前記排出管30を通る上向き対流によって、必要以上の空気が、前記周囲空気流入管29.1に入り、前記移送管15を横切って、前記搬送手段21と、この搬送手段21によって移送されている前記乾燥された物質23とを通して、上向きに流れている状態を示している。また、前記排出管30の温度の過剰な上昇は、前記高温乾燥物質23の望ましからぬ発火が起き始めている状態を示していて、前記周囲空気流入管29.1に入る空気量を減らすことによって消火する必要がある。したがって適用に際し、前記周囲空気流入管29.1に入る空気容量は次のようになる。前記乾燥された物質23から出る高温ガスと、前記乾燥包囲体10から降りてきた蒸気や他のガスと、そして前記処理包囲体11から降りてきた高温処理ガスとが、前記周囲空気流入管29.1に入る前記

空気に同伴されて、前記排出管 30 を通って、前記燃焼器 6 まで入るようになっており、つまり、前記周囲空気流入管 29 . 1 に流入する空気は、これらのガスを同伴させるのに十分な容量を持っていなければならない、且つそれ以上であってはならないということである。

【0045】

再び図 4 を参照する。高温処理ガス包囲体 11 を 1 個追加した場合、前記乾燥包囲体 10 と前記処理包囲体 11 との間の装置について前述した説明が、次の 3 個の異なる点を除いて適用可能である。第 1 の異なる点は、次の処理包囲体の出口管を横切るように設けられた前記高さ 22 . 2 に相当する高さのところにあるのが、蒸気/空気層形成シールではなく、高温処理ガス/空気層形成シールということである。第 2 の異なる点は、次の 1 個の処理包囲体からの前記出口管を通して前記高さ 22 . 2 まで降りてくるのが、前記蒸気や他の前記ガスではなく、高温処理ガスということである。そして第 3 の異なる点は、次の 1 個の処理包囲体とさらにその次の 1 個の処理包囲体との間に配置された出口管と移送管と入口管とを通して進むのが、高温乾燥物質ではなく、処理された物質ということである。

10

【0046】

図 5 は、1 個もしくはそれより多くの前記処理包囲体 11 の中で最後の処理包囲体 11 における物質出口端部の部分を側断面図で略図的に示したものである。この図において、最後の前記処理包囲体 11 と連通し気密状態で接続される出口管 17 と、前記出口管 17 と連通し気密状態で接続されてさらに前記冷却包囲体 12 と連通し気密状態で接続される前記入口管 19 とも連通し気密状態で接続される移送管 18 と、図示された前記冷却包囲体 12 の入口端部の部分と、高温固体残渣 23 . 1 を前記処理包囲体 11 から前記管 17、18 および 19 を通って冷却包囲体 12 内に搬送する搬送手段 21 と、前記出口管 17 を横切るように設けられた高温処理ガス/空気層形成シールの高さ 22 . 3 と、前記入口管 19 を横切るように設けられた燃焼ガス/空気層形成シールあるいは蒸気/空気層形成シールまたは不活性ガス/空気層形成シールの高さ 22 . 3 と、前記入口管 19 を横切るように設けられた燃焼ガス/空気層形成シールあるいは蒸気/空気層形成シールまたは不活性ガス/空気層形成シールの高さ 22 . 4 とが示されている。これらすべて全体的には、図 2 を参照して述べたのと同様である。さらにこの図では、前記搬送手段 21 によって、前記処理包囲体 11 から、前記管 17、18 および 19 を通って、前記冷却包囲体 12 に搬送される、処理された物質の高温固体残渣 23 . 1 も示されている。

20

30

【0047】

前記出口管 17 と移送管 18 と入口管 19 とにおいて、大気圧を確実に維持しなければならない。そしてこれら管内の空気は、前記層形成シールの高さ 22 . 3 と 22 . 4 の下の部分に、確実になければならない。また高温処理ガスが、前記処理包囲体 11 から出て、前記出口管 17 を通って、前記出口管 17 を横切るように設けられた前記処理ガス/空気層形成シールの高さ 22 . 3 より下の部分まで降りてきた場合に、この高温処理ガスは、前記移送管 18 と前記入口管 19 とを通して前記冷却包囲体 12 に入らないようにしなければならない。さらに燃焼ガスあるいは蒸気または他の不活性ガスが、前記冷却包囲体 12 から出て、前記入口管 19 を通って、前記入口管 19 を横切るように設けられた前記燃焼ガス/空気層形成シールあるいは蒸気/空気層形成シールまたは他の不活性ガス/空気層形成シールの高さ 22 . 4 より下の部分まで降りてきた場合に、この燃焼ガスあるいは蒸気または他の不活性ガスは、前記移送管 18 と前記出口管 17 とを通して前記処理包囲体 11 に入らないようにしなければならない。これらの必要を満たすために、燃焼空気の別部分が、周囲空気流入管 29 . 2 を通って引き上げられ、さらに前記移送管 18 を横切って上向きにそして前記搬送手段 21 とこの搬送手段 21 によって移送されている高温固体残渣 23 . 1 とを通して流れるようになっていく。これは排出管 30 . 1 への上昇対流によって成される。この排出管 30 . 1 は、図 1 において 6 と表記された前記燃焼器内まで延びている。したがって適用に際し、高温処理ガスが、前記処理包囲体 11 から前記出口管 17 を通って前記移送管 18 内まで降りてくるような場合、燃焼ガスあるいは蒸気また

40

50

は他の不活性ガスが、前記冷却包囲体 12 から前記入口管 19 を通って前記移送管 18 まで降りてくるような場合、これらのガスは、前記層形成シールの高さ 22.3 および 22.4 より下の部分にある前記高温固体残渣 23.1 から出る高温処理ガスと、燃焼空気の前記別部分に同伴され、前記排出管 30.1 を通って、前記入口管 19 を横切るように設けられた前記高温処理ガス/空気層形成シールの高さ 22.4 のところで、前記燃焼器 6 に入るようになっている。

【0048】

前記周囲空気流入管 29.2 内と前記排出管 30.1 内とに、図示しない熱電対が設けられ、前記排出管 30.1 内に配置された抑制器 31.1 の開放を制御している。この制御は、前記制御器 31.1 の開閉を管理することにより行う。制御器 31.1 を開放するのは、前記周囲空気流入管 29.2 の温度が上昇しているときであり、これは、前記移送管 18 を通って移送されている前記高温固体残渣 23.1 から出る高温処理ガス、および/または前記出口管 17 を通って下向きに移動する高温処理ガス、および/または前記入口管 19 を通って下向きに移動する燃焼ガス/空気あるいは蒸気/空気または他の不活性冷却ガス/空気、これらのガスが、前記周囲空気流入管 29.2 を通って、流出している状態を示している。そして制御器 31.1 を閉鎖するのは、前記排出管 30.1 の温度が下降しているときか過剰に上昇しているときである。前記排出管 30.1 の温度の下降は、燃焼空気の前記別部分を前記高さ 22.4 のところで前記燃焼器 6 内に導く、前記排出管 30.1 を通る上向き対流によって、必要以上の空気が前記周囲空気流入管 29.2 に入り、前記移送管 18 を横切って、前記搬送手段 21 とこの搬送手段 21 によって移送されている前記高温固体残渣 23.1 とを通過して、上向きに流れる状態を示している。また、前記排出管 30.1 の温度の過剰な上昇は、前記高温固体残渣 23.1 の望ましからぬ発火が起き始めている状態を示していて、前記周囲空気流入管 29.2 に入る空気量を減らすことによって消火する必要がある。したがって、適用に際し、前記周囲空気流入管 29.2 に入る空気の容量は以下になる。つまり、前記乾燥された物質 23.1 から出る高温処理ガスと、前記処理包囲体 11 から降りてきた高温処理ガス、前記冷却包囲体 12 から降りてきた燃焼ガスあるいは蒸気または他の不活性ガスと、前記高温固体残渣 23.1 の望ましからぬ発火によって生成された燃焼ガスとが、前記周囲空気流入管 29.2 に流入する前記空気に同伴されて、前記排出管 30.1 を通って、前記燃焼器 6 に入るようになっているため、前記周囲空気流入管 29.2 に入る空気は、これらのガスを同伴させるのに十分な容量を持っていなければならない、且つそれ以上であってはならないということである。

【0049】

再び図 5 を参照する。前記冷却包囲体 12 に含まれる雰囲気が燃焼ガスまたは他の不活性ガスである場合、前記高温固体残渣 23.1 が前記冷却包囲体 12 に含まれる前記燃焼ガス雰囲気または他の不活性ガス雰囲気を通して流れる間に冷却されるとき、これら高温固体残渣から追加高温処理ガスが生成されると、追加高温処理ガスの一部分は、前記冷却包囲体 12 内の燃焼ガス雰囲気の一部分または他の不活性冷却ガス雰囲気の一部分と共に、ガス状混合物として、図示したベント 32.1 を通って出る。このベント 32.1 は、前記冷却包囲体 12 から、前記入口管 19 を横切るように設けられた燃焼ガス/空気層形成シールまたは他の不活性ガス/空気層形成シールの高さ 22.4 のほうに、下向きに延びている。こうして適用に際し、前記ベント 32.1 を通って出る、前記ガス状混合物の容量は、前記高温固体残渣 23.1 から生成された前記追加高温処理ガス容量と等しいことになる。

【0050】

前記ベント 32.1 を通って出る前記ガス状混合物の前記容量における 100 よりわずかに低温で凝縮可能な成分は、凝縮器または冷却器 33.1 で凝縮され、その凝縮物はドレーン 34.1 を通って出て回収される。いっぽう、前記ベント 32.1 を通って出る前記ガス状混合物の前記容量における非凝縮性成分は、ベント 35.1 を通って抜き出され、前記入口管 19 を横切るように設けられた前記冷却ガス/空気層形成シールの高さ 22

10

20

30

40

50

．４のところで、前記燃焼器６に入る。あるいはまた前記凝縮器または冷却器３３．１とドレーン３４．１とベント３５．１とをこの装置から省いてもよく、その場合、前記ベント３２．１を通して出る前記ガス状混合物の前記容量は、前記入口管１９を横切るように設けられた前記冷却ガス/空気層形成シールの高さ２２．４のところで、直接抜き出されて前記燃焼器６に入る。こうして適用に際し、前記高温固体残渣２３．１が前記冷却包囲体１２に含まれた前記燃焼ガス雰囲気あるいは他の不活性ガス雰囲気を通して流れる間に冷却されるとき、その高温固体残渣２３．１から追加処理ガスが生成されると、前記冷却包囲体１２の燃焼ガス雰囲気あるいは他の不活性ガス雰囲気の含有する前記高温処理ガスの部分は増加する。

【００５１】

また再び図５を参照する。前記冷却包囲体１２に含まれる雰囲気が過熱蒸気である場合、前記高温固体残渣２３．１が前記冷却包囲体１２に含まれる過熱蒸気を通して流れる間に冷却されるとき、これら高温固体残渣から追加高温処理ガスが生成されると、図９を参照して後述されるように、前記冷却包囲体１２に噴射される噴霧化された水から生成された追加蒸気と、前記高温固体残渣２３．１から生成されたこの追加高温処理ガス部分とが、ガス状混合物として、図示したベント３２．１を通して出る。このベント３２．１は、前記冷却包囲体１２から、前記入口管１９を横切るように設けられた蒸気/空気層形成シールの高さ２２．４のほうへ下向きに延びている。こうして適用に際し、前記ベント３２．１を通して出る前記ガス状混合物の容量は、前記冷却包囲体１２に噴射される噴霧化された水から生成された追加蒸気の容量と、前記高温固体残渣２３．１から生成された前記追加高温処理ガスの前記部分の容量とをあわせたものに等しい。

10

20

【００５２】

そして前記ベント３２．１を通して出るこのような追加高温処理ガスの前記部分における、１００またはそれより低温で凝縮可能な成分は、前記追加蒸気と共に、前記凝縮器または冷却器３３．１において凝縮される。その凝縮物はドレーン３４．１を通して出て回収される。いっぽう、前記ベント３２．１を通して出る追加高温処理ガスの前記部分における１００またはそれより低温で非凝縮性の成分は、前記ベント３５．１を通して抜き出されて、前記入口管１９を横切るように設けられた前記冷却ガス/空気層形成シールの高さ２２．４のところで、前記燃焼器６に入る。したがって、適用に際し、前記固体残渣２３．１が前記冷却包囲体１２で冷却されるあいだに、これらの固体残渣２３．１から追加高温処理ガスが生成されると、前記冷却包囲体１２の前記過熱蒸気雰囲気が含む追加処理ガスの部分は小さくなる。

30

【００５３】

再び図４および５を参照する。実施に際し、蒸気や他のガスによる、前記乾燥包囲体１０から前記管１４、１５および１６をそれぞれ通る前記処理包囲体１１までの流れ、あるいは高温処理ガスによる、前記処理包囲体１１から前記管１６、１５および１４をそれぞれ通る前記乾燥包囲体１０までの流れ、または高温処理ガスによる、前記処理包囲体１１から前記管１７、１８および１９をそれぞれ通る前記冷却包囲体１２までの流れ、もしくは燃焼ガスあるいは蒸気または他の不活性冷却ガスによる、前記冷却包囲体１２から前記管１９、１８および１７をそれぞれ通る前記処理包囲体１１までの流れにおいて、特に有意な流れやすさがない場合、あるいは１種または複数種のガスによるこのような流れが障壁や他の手段で妨害できる場合、前記周囲空気流入管２０および/または２９．１と、前記排出管３０および/または３０．１と、前記抑制器３１および/または３１．１と、以上の部品に関連した処理手順は省ける。こうすると適用に際し、前記高温乾燥物質２３および/または前記高温固体残渣２３．１を、前記搬送手段により、前記管１５および/または１８をそれぞれ通って搬送する際に、望ましくならぬ発火が起きる危険性をなくすることができる。

40

【００５４】

図６は、図２に含まれた冷却包囲体１２の固体残渣出口端部を側断面図で略図的に示したものである。この図では、前記冷却包囲体１２と連通し気密状態で接続された出口管２０

50

と、前記冷却包囲体 12 を通って、冷却された固体残渣 23 . 2 を前記出口管 20 を通って周囲空気内まで下向きに搬送する搬送手段 21 と、前記出口管 20 を横切るように設けられた蒸気/空気層形成シールまたは他の不活性ガス/空気層形成シールの高さ 22 . 4 とが示されている。

【0055】

冷却された固体残渣 23 . 2 は、前記搬送手段 21 によって、前記出口管 20 を通って下向きに搬送されている。そしてこれらの冷却された前記固体残渣 23 . 2 は、燃焼ガス/空気層形成シール、あるいは蒸気/空気層形成シール、または他の不活性ガス/空気層形成シールの高さ 22 . 4 より下の部分まで移動するとき、前記冷却包囲体 12 内の燃焼ガス雰囲気、あるいは蒸気雰囲気、または他の不活性ガス雰囲気それぞれから、出ることになる。つまり適用に際し、前記高さ 2 . 4 は、図 5 に図示されて説明されているように、凝縮器または冷却器 33 . 1 の高さとも一致して示される。

10

【0056】

燃焼ガスあるいは蒸気または他の不活性ガス、あるいは図 5 で 23 . 1 と表記された高温固体残渣が前記冷却包囲体 12 で冷却されている間に、この残渣から生成された追加高温処理ガスが、前記冷却包囲体 12 から出て、前記出口管 20 を通って、前記出口管 20 を横切るように設けられた前記燃焼ガス/空気層形成シール、あるいは蒸気/空気層形成シール、または他の不活性ガス/空気層形成シールの高さ 22 . 4 より下の部分まで降りてきた場合に、これらのガスが前記出口管 20 の開口底部 28 . 1 を通って大気に出ないようにしなければならない。そのために、図 1 で 6 と表記された燃焼器に必要な燃焼空気の別部分が、前記出口管 20 の開口底部 28 . 1 を通って引き上げられ、前記燃焼器 6 まで延びるベント 29 . 3 を通って、前記出口管 20 から出るようになっている。こうして、適用に際し、前記燃焼ガスあるいは前記蒸気または前記他の不活性ガスあるいは追加高温処理ガスが、前記出口管 20 を通って降りてきた場合、前記底部 28 . 1 を通って大気に出る代わりに、燃焼空気の前記別部分に同伴させて燃焼器 6 に入る。

20

【0057】

また再び図 3 および 6 を参照する。実施に際し、蒸気や他のガスによる、前記乾燥包囲体 10 から前記管 13 を通る大気までの流れ、もしくは燃焼ガスあるいは蒸気または他の不活性冷却ガスによる、前記冷却包囲体 12 から前記管 20 を通る大気までの流れにおいて、特に有意な流れやすさがない場合、あるいは蒸気や他のガスによるこのような流れが、障壁や他の手段で妨害できる場合、前記ベント 29 および/または前記ベント 29 . 3 とこれらのベントに関連した処理手順は省ける。このようにすると適用に際し、本発明による連続乾燥装置と処理装置と冷却装置の前記基本的形態を簡易なものにできる。

30

【0058】

図 7 は、図 1 で説明されたように提供された 100 より高温の過熱蒸気雰囲気を乾燥媒体として含む乾燥包囲体 10 を、端断面図で略図的に示したものである。

【0059】

物質 23 は、搬送手段 21 によって前記乾燥包囲体 10 を通って搬送され、前記乾燥包囲体 10 内の前記過熱蒸気雰囲気中で乾燥される。この乾燥は、前記 100 より高温の過熱蒸気雰囲気を、(最初、図 1 を参照して言及された)少なくとも 1 個の間接加熱器 7 を用いて、前記物質 23 を通って、再循環ファン 36 で前記乾燥包囲体 10 内の矢印で示されたように再循環させることによって行われる。したがって適用に際し、前記少なくとも 1 個の間接加熱器 7 は、(やはり、最初、図 1 を参照して言及された)燃焼器 6 の燃焼室 37 において(後述するようにして)生成された高温燃焼ガス的一部分で、加熱されるようになる。燃焼ガスの前記部分は、好ましくはただし限定されることなく引き出しファン 40 によって、前記燃焼室 37 から、流入管 38 と少なくとも 1 個の前記間接加熱器 7 と排出管 39 とを通過して、引き出されたものである。そして、前記燃焼室から、流入管 38 と間接加熱器 7 と排出管 39 とを通過して、引き出された燃焼ガスの前記部分の容量は、前記排出管 39 内の図示しない抑制器によって制御されている。

40

【0060】

50

図 4 を参照して述べた場合と同様に、少なくとも 1 個の処理包囲体 1 1 で生成された追加高温処理ガスおよび/またはこれらガスの非凝縮性成分は、少なくとも 1 個の前記処理包囲体 1 1 の高温処理ガス/空気層形成シールの高さ 2 2 . 2 に向かって、あるいはこの高さ 2 2 . 2 のところで、大気圧下で抜き出される。そして前記追加高温処理ガスおよび/またはその非凝縮性成分は、流入管 4 1 を通って抜き出され、燃焼器 6 に入り、さらに対流により、調整抑制器 4 2 を通り越して、上昇する。この対流は、前記燃焼器 6 の開口底部 4 3 を通って入る燃焼空気の一部または燃焼空気の別部分によって、生じたものである。したがって適用に際し、前記追加高温処理ガスおよび/またはそれらガスの非凝縮性成分および燃焼空気の前記部分または燃焼空気の前記別部分は、前記調整抑制器 4 2 より下で且つ前記開口底部 4 3 より上の部分において、大気圧になる。

10

【0061】

図 3、4、5 および 6 それぞれで記述された燃焼空気の一部または燃焼空気の別部分および他のガスは、前記他のガスの燃焼可能成分を効率的に燃焼するのに必要な追加燃焼空気、そして、前記追加高温処理ガスおよび/またはその非凝縮性成分と共に、前記燃焼空気流入管 4 4 を通って、前記燃焼器 6 に入る。そして前記抑制器 4 2 より上で且つ火格子 4 5 より下の部分で、前記追加高温処理ガスおよび/またはその非凝縮性成分さらに前記燃焼器 6 の開口底部 4 3 を通って流入する周囲空気の一部または周囲空気の別部分と混合される。こうしてできたガス状混合物は、対流により前記火格子 4 5 を通って上昇し、前記燃焼室 3 7 に入る。そしてこの燃焼室内で、前記ガス状混合物が発火し、前記高温燃焼ガスが生成される。こうして適用に際し、前記燃焼空気流入管 4 4 に入る前記追加燃焼空気の量は、燃焼空気の前記一部分と燃焼空気の前記別部分または燃焼空気のあらたな一部分によって、前記追加高温ガスおよび/またはその非凝縮性成分の燃焼と、前記他のガスの燃焼可能成分の燃焼とを効率よく行える量となるように、前記燃焼空気流入管 4 4 内の抑制器 4 6 を用いて制限される。

20

【0062】

前記燃焼室 3 7 で生成された前記高温燃焼ガスの別部分は、1 個または複数個の別流入管 3 8 . 1 に入ってそこを通過して引き出される。別流入管 3 8 . 1 はさらに、高温燃焼ガスの前記別部分の熱エネルギーを利用する図示しない装置まで延びる。したがって、適用に際し、図 3、4、5 および 6 それぞれで述べられた燃焼空気の前記部分および燃焼空気の前記別部分そして他のガス、さらに前記追加燃焼空気と、前記追加高温処理ガスおよび/またはその非凝縮性成分と、さらに前記燃焼器 6 の前記開口底部 4 3 を通って前記燃焼室 3 7 に入る周囲空気の前記別部分について、これらをすべて引き出されなければならない。これは、前記燃焼室 3 7 からスタック 4 7 を通って大気までの前記高温燃焼ガスの残余部分による上昇対流により行われる。そしてこの上昇対流は、前記燃焼空気流入管 4 4 に配置され得るファン 4 8 および/または前記スタック 4 7 に配置され得るファン 4 9 を用いて、必要に応じ補助することができる。

30

【0063】

図 8 は、図 1 で説明したようにして提供された高温処理ガス雰囲気処理媒体として含む処理包囲体 1 1 を、端断面図で略図的に示したものである。

【0064】

乾燥された物質 2 3 は、搬送手段 2 1 によって前記処理包囲体 1 1 を通って搬送され、前記処理包囲体 1 1 内の前記高温処理ガス雰囲気中で処理される。この処理は、前記高温処理ガス雰囲気を、(最初、図 1 を参照して言及された)少なくとも 1 個の間接加熱器 7 を用いて、前記物質 2 3 を通って、再循環ファン 5 0 で前記処理包囲体 1 1 内の矢印で示されたように再循環させることによって行われる。こうして適用に際し、少なくとも 1 個の前記間接加熱器 7 は、図 7 を参照して述べたようにして、加熱される。そして前記高温処理ガスは、図 7 で 1 0 と表記された乾燥包囲体で進行している過熱蒸気中での乾燥の温度より高温になるまで、加熱される。さらに乾燥された前記物質 2 3 は処理され、そして図 4 を参照して詳細を述べたように、前記処理包囲体 1 1 で生成された追加高温処理ガスは、前記処理包囲体 1 1 から、高温処理ガス/空気層形成シールの高さ 2 2 . 2 に向かって

40

50

、あるいはその高さ 22 . 2 のところで、大気圧下で抜き出される。

【0065】

図 9 は、図 1 で説明されたようにして提供された 100 よりわずかに高温の過熱蒸気雰囲気処理媒体として含む冷却包囲体 12 を、端断面図で略図的に示したものである。

【0066】

高温固体残渣 23 . 1 が搬送手段 21 によって前記冷却包囲体 12 を通って搬送されているときに、100 よりわずかに高温の前記過熱蒸気雰囲気が、前記高温固体残渣 23 . 1 を通って、再循環ファン 51 で前記冷却包囲体 12 内の矢印で示されたように再循環されている。このことにより前記高温固体残渣 23 . 1 は 100 よりわずかに高い温度に下がるまで冷却され、逆に、前記過熱蒸気雰囲気は前記高温固体残渣からの熱エネルギー伝達で加熱される。こうして適用に際し、前記過熱蒸気は、前記冷却包囲体 12 への噴霧化された水による噴射、好ましくはただし限定されることなく前記再循環ファン 51 の中心部 52 への噴射を、制御することにより、再び 100 よりわずかに高い温度に下がるまで冷却される。この後、前記過熱蒸気雰囲気は再び、前記高温固体残渣 23 . 1 を通って再循環される。そして、図 5 を参照して詳細を述べたように、前記噴霧化された水から生成された追加の蒸気と共に、前記高温固体残渣が前記冷却包囲体 12 を通過する間にこれら固体残渣から出る別の高温処理ガスが、大気圧下で抜き出されて、蒸気/空気層形成シールの高さ 22 . 4 のところに配置された凝縮器または冷却器 33 . 1 に入る。

10

【0067】

図 10 は、図 1 で説明されたようにして提供された 100 よりわずかに高温の燃焼ガス雰囲気または他の不活性ガス雰囲気を処理媒体として含む冷却包囲体 12 を、端断面図で略図的に示したものである。

20

【0068】

高温固体残渣 23 . 1 は、搬送手段 21 によって前記冷却包囲体 12 を通って搬送される。そして 100 よりわずかに高温の燃焼ガス雰囲気または他の不活性ガス雰囲気が、前記高温固体残渣 23 . 1 を通って、再循環ファン 53 で前記冷却包囲体 12 内の矢印で示されたように再循環される。このことにより前記高温固体残渣 23 . 1 は 100 よりわずかに高い温度に下がるまで冷却され、また、前記燃焼ガス雰囲気または他の不活性ガス雰囲気は、前記高温固体残渣 23 . 1 からの熱エネルギー伝達で加熱される。こうして適用に際し、前記燃焼ガス雰囲気または他の不活性ガス雰囲気が、冷却器 54 を通過することにより、前記燃焼ガス雰囲気または他の不活性ガス雰囲気は再び、100 よりわずかに高い温度に下がるまで冷却されるようになる。この後、前記燃焼ガス雰囲気または他の不活性ガス雰囲気は再び、前記高温固体残渣 23 . 1 を通って再循環される。そして、図 5 を参照して詳細を述べた場合と同様に、前記前記冷却器 54 は、冷媒が、好ましくはただし限定されることなく空気か水が、前記冷却器 54 に入ってそこを通過してそこから出て、流入管 55 と流出管 56 とを介して、通過することにより、低温が維持される。そして、前記高温固体残渣が前記冷却包囲体 12 を通過する間にこれら高温固体残渣から出るガスと等しい容量のガスが、大気圧下で抜き出されて、燃焼ガス/空気層形成シールまたは他の不活性ガス/空気層形成シールの高さ 22 . 4 のところに配置された凝縮器または冷却器 33 . 1 に入る。

30

40

【0069】

図 1 から 10 を参照して述べた本発明のどの実施態様においても、前記搬送手段 21 において、前記乾燥包囲体 10 と処理包囲体 11 と冷却包囲体 12 の出口管 14、17 または 20 を通って降りる部分はどれもが省ける。それは、最初に図 2 を参照して述べたように、乾燥中の物質、処理中の物質、あるいは冷却中の物質が、前記出口管 14、17 または 20 のどれを通過しても、何ら損傷を受けることなく、前記包囲体を滑り出るまたは転がり落ちて、移送管 15 または 18 あるいは両方に配置された搬送手段 21 に至ること、もしくはは出口管 20 を通過することが、可能な場合である。

【0070】

図 11 は、本発明のさらに別の装置を側断面図で略図的に示したものである。この装置は

50

、少なくとも１個の乾燥、処理および冷却包囲体 60 を備える。各乾燥、処理および冷却包囲体 60 は矢印 61 によって示された再循環経路を有し、この中には、間接加熱器 62 と、再循環ファン 63 と、少なくとも１個の容器 64 と、噴霧化された水の噴射ノズル 65 とが配置されている。前記噴射ノズル 65 はたとえば、噴霧化された水を、好ましくはただし限定されることなく前記再循環ファンの中心部に、方向付けできる。したがって、適用に際し、少なくとも１個の前記容器 64 は、水分を含んだ物質を装填してから、図示しないアクセスドアを通して、前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 に入れられる。容器 64 を入れたら、このアクセスドアは気密状態で閉じられる。そして水分を含んだ物質が、乾燥され処理され、その固体残渣が冷却される。そこで先ず、水分を含んだ物質を乾燥させるためにこの物質を通して、間接加熱された過熱蒸気の再循環を行う。次に、こうして乾燥された物質の物性および/または化学組成を有利に変化させるために、乾燥されたこの物質を通して、より高温に間接加熱された高温処理ガスの再循環を行い、いっぽうで乾燥されたこの物質からガスとして出る成分を回収または有用に燃焼する。最後に、こうして得られた固体残渣を冷却するために、この固体残渣を通して、不活性冷却ガスを再循環する。この変更態様は、おおよそ、図 1 を参照して述べた態様と同様である。ただし以下の点で異なる。つまり、「前記物質が、搬送手段により、先ず乾燥包囲体 1 に入ってからそこから出て、次に処理包囲体 2 に入ってからそこから出て、最後に固体残渣として冷却包囲体に入ってからそこから出て移送される。」という図 1 の装置による手順の代わりに、この変更態様では、適用に際し、前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 内で、乾燥段階と処理段階と冷却段階とをシーケンスで進める。これに続いて、冷却段階が完了すると、図示しない前記アクセスドアが開かれ、少なくとも１個の前記容器 64 とその容器内の前記固体残渣とが、前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 から取り出され、そして新たに、水分を含んだ物質を装填した少なくとも１個の別の容器 64 に取り替えられる。この新しい容器 64 は、図示しない前記アクセスドアを通して、前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 に入れられる。容器 64 を入れたら、このアクセスドアは気密状態で閉じられる。こうして次の乾燥段階を始めることができる。

10

20

【0071】

ベント 66 は、乾燥段階と処理段階と冷却段階とのそれぞれで生成された余剰ガスを、前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 から、バルブまたは抑制器 71 のほうへ導くものである。そして、このバルブまたは抑制器 71 は、前記余剰ガスを、管 67 あるいは管 68 を介して、方向づけるものである。管 67 を介した場合、前記余剰ガスは、図示しない様式で直接的に大気へ導かれる、あるいは任意選択的に設けられた凝縮器 68 に入ってからそこを通して大気へ導かれる。いっぽう、管 69 を介した場合、前記余剰ガスは、燃焼器 70 に入ってからそこを通して導かれ、燃焼器 70 から大気へ導かれる。したがって、適用に際し、大気圧は前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 内で実効的に維持される。そして前記余剰ガスに毒性の放出物や燃焼可能な放出物がなければ、前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 から抜き出されたこの余剰ガスは、前記バルブまたは抑制器 71 により、前記管 67 を介して、直接的に大気へ方向づけられるか、あるいは任意選択的に設けられた凝縮器 68 を通って間接的に大気へ方向づけられる。もしくは、前記余剰ガス中に毒性の放出物もしくは燃焼可能な放出物がある場合は、前記管 67 を介して、任意選択的に設けられた凝縮器 68 を通って間接的に大気へ方向づけられるか、または、前記管 69 を介して、前記燃焼器 70 を通って方向づけられる。

30

40

【0072】

図 12 は、本発明による図 11 に示した装置を平面図で略図的に示したものである。例として、前記乾燥段階と冷却段階とを合わせた時間が、前記処理段階中に乾燥された物質から余剰処理ガスが生成される時間の 3 倍以内であるとき、４個の乾燥、処理および冷却包囲体 60 . 1、60 . 2、60 . 3 および 60 . 4 が設けられ、図 11 を参照して述べたように、４個のアクセスドア 72 . 1、72 . 2、72 . 3 および 72 . 4 で、気密状態で閉じられる。したがって、適用に際し、前記乾燥段階と冷却段階とを合わせた前記時間の 3 分の 2 が過ぎる前に、前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 . 1、60 . 2、60 .

50

3 および 60 . 4 のそれぞれで、次の乾燥段階をシーケンスで開始することにより、前記包囲体 60 . 1、60 . 2、60 . 3 および 60 . 4 のうちの少なくとも 2 個において、そこで行われる処理段階中に乾燥された前記物質から余剰処理ガスの生成される時間が重なる。このことから、前記余剰処理ガスが燃焼可能であるとき、余剰処理ガスを有効に利用できる。つまり、前記余剰処理ガスは、好ましくはただし限定されることなく共通の燃焼器 70 に連続的に抜き出され、この燃焼器 70 において前記余剰ガスが連続的且つ清潔に燃焼され、さらにこの燃焼器 70 から連続的に生成された燃焼ガスが、管 74 を通って少なくとも 2 個の図示しない間接加熱器を通して導き出される。各間接加熱器は、前記包囲体 60 . 1、60 . 2、60 . 3 および 60 . 4 のそれぞれに配されている。そして、包囲体の少なくとも 2 個で同じときにシーケンスで行われている乾燥段階と処理段階とに
10 必要な熱エネルギーの少なくとも一部を提供できる。あるいはまた、このような乾燥段階と処理段階とへの熱エネルギーの提供が不要な場合、余剰処理ガスを利用して、装置外部で行われる処理に必要な熱エネルギーの少なくとも一部を提供してもよいし、余剰処理ガスが大気に導かれてもよい。そのいっぽうで、図 11 を参照して述べたように、前記乾燥段階と冷却段階中に（以下に述べるように）生成され抜き出された前記余剰ガス中に毒性の放出物もしくは燃焼可能な放出物がなければ、この余剰ガスは、抜き出されて直接的に大気に導かれても、任意選択的に設けられた共通凝縮器 68 に入れられてもよい。しかし前記余剰ガス内に毒性の放出物がある場合は、この余剰ガスは、前記凝縮器 68 内まで抜き出され、前記毒性の放出物は冷却され凝縮されることができ、前記凝縮器 68 から出た凝縮物およびどの非凝縮性ガスも、管 73 を通って導きだされ、毒性をなくす。あるいは
20 また毒性の放出物を含む前記余剰ガスを抜き出して前記凝縮器 68 に入れる代わりに、変更態様として、前記余剰ガスを前記燃焼器 70 内に抜き出して、そこで燃焼され、毒性の前記放出物を壊してもよい。

【0073】

乾燥段階と処理段階と冷却段階それぞれの最中に生成された余剰ガスは、ベント 66 . 1、66 . 2、66 . 3 および 66 . 4 のそれぞれにより、前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 . 1、60 . 2、60 . 3 および 60 . 4 から、管 67 . 1、67 . 2、67 . 3 および 67 . 4 を介して、図示しない方法で直接的に大気に導かれる、あるいは任意選択的に設けられた前記共通凝縮器 68 内に導かれる。この凝縮器 68 から出た凝縮物と非凝縮性ガスはどれでも、管 73 を通って導かれる。または管 69 . 1、69 . 2、69 . 3
30 および 69 . 4 をそれぞれ介して、共通燃焼器 70 に導かれ、さらにこの共通燃焼器 70 から、燃焼ガスが、管 74 を通って導かれる。したがって、適用に際し、各バルブまたは抑制器 71 . 1、71 . 2、71 . 3 および 71 . 4 が方向づけを行うことにより、前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 . 1、60 . 2、60 . 3 および 60 . 4 から、それぞれの乾燥段階と冷却段階の最中に、各管 67 . 1、67 . 2、67 . 3 および 67 . 4 を介して、抜き出された余剰ガスが、図示しない方法で大気に導かれる、あるいはまた任意選択的に設けられた前記共通凝縮器 68 内に導かれることができる。もしくは、バルブまたは抑制器 71 . 1、71 . 2、71 . 3 および 71 . 4 はそれぞれ、前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 . 1、60 . 2、60 . 3 および 60 . 4 から、それぞれの乾燥段階と冷却段階中に抜き出された余剰ガスを、管 69 . 1、69 . 2、69 . 3 および 69 .
40 4 のそれぞれを介して、前記共通燃焼器 70 内に方向づける。

【0074】

図 12 を参照する。たとえば、前記乾燥、処理および冷却包囲体 60 . 1、60 . 2、60 . 3 および 60 . 4 のそれぞれにおいて、新たな乾燥段階をシーケンスで始めるときに、その包囲体の順序を数の小さいものから大きいものの次は大きいものから小さいものというように交互に逆向きにする。これに基づいて、乾燥段階の前半が前記包囲体 60 . 1 で行われ、乾燥段階の後半が前記包囲体 60 . 2 で行われる。それらの前記バルブまたは抑制器 71 . 1 および 71 . 2 は、それぞれの包囲体から抜き出される余剰ガスを、前記管 67 . 1 および 67 . 2 をそれぞれ介して、大気に、および任意選択的に設けられた前記共通凝縮器 68 に方向づけるようなポジションをとる。そして処理段階は前記包囲体 6
50

0.3で行われ、その前記バルブまたは抑制器71.3は、その包囲体から抜き出される余剰ガスを、前記管69.3を介して大気に、および前記共通燃焼器70に方向づけるようなポジションをとる。さらに冷却段階は前記包囲体60.4で行われ、その前記バルブまたは抑制器71.4は、その包囲体から抜き出される余剰ガスを、前記管67.4を介して大気に、および任意に設けられた前記共通燃焼器68に方向づけるようなポジションをとる。

【0075】

前記包囲体60.2で行われている乾燥段階の後半が終了したとき、そのバルブまたは抑制器71.2は調整されて、前記管67.2への流入を閉じて前記管69.2への流入を開き、前記包囲体60.2での処理段階と、前記包囲体60.2から前記管69.2を介した前記燃焼器70への余剰処理ガスの抜き出しが始まる。そして前記包囲体60.3で行われている処理段階と前記包囲体60.4で行われている冷却段階が両方終了したとき、前記包囲体60.4への噴霧化された水の噴射をやめて、この包囲体60.4の図示しない再循環ファンを止めて、前記包囲体60.3への噴霧化された水の噴射を開始して、前記包囲体60.3の冷却段階を始める。そのいっぽうで、包囲体60.1で行われている乾燥段階の前半が、乾燥段階の後半に移り始める。

【0076】

次いで、前記アクセスドア72.4を開いて、前記包囲体60.4から冷却された固体残渣を装填した少なくとも1個の前記容器を取り出して、水分を含んだ物質を装填した少なくとも1個の容器に置き換えて、前記アクセスドア72.4を閉じる。この後、次の乾燥段階のあらたな前半が前記包囲体60.4で始まる。

【0077】

前記包囲体60.1で行われている乾燥段階の上記後半が完了したら、それに続いて、これまでの手順を同様に繰り返して、図11および12を参照して述べられたように、水分を含んだ物質の乾燥、処理および冷却を連続的にシーケンスで行っていく。

【0078】

図13は、本発明による、水分を含んだ物質を連続法で処理するさらにまた別の装置を平面図で略図的に示したものである。この装置は、装填包囲体80と、乾燥包囲体81と、少なくとも1個の処理包囲体82と、冷却包囲体83と、取り出し包囲体84とを備える。これらの装填包囲体80と、乾燥包囲体81と、少なくとも1個の処理包囲体82と、冷却包囲体83と、取り出し包囲体84とは、互いに分離できる。この分離は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になる分離ドア85、86、87および88によって行われる。そして前記装填包囲体80と前記取り出し包囲体84とはそれぞれ、この装置の外側から分離できる。この分離は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になるアクセスドア89および90によって行われる。そして、水分を含む物質を有する容器91はこれから装填しようという状態で示され、水分を含む物質を有する容器92は前記装填包囲体80内に示され、乾燥されている物質を有する容器93および94は前記乾燥包囲体81内に示され、乾燥済みで処理されている物質を有する容器95および96は少なくとも1個の前記処理包囲体82内に示され、冷却されている固体残渣を有する容器97および98は前記冷却包囲体83内に示され、冷却された固体残渣を有する容器99は、前記取り出し包囲体84内に示され、冷却された固体残渣を有する容器100はこれから取り外そうという状態で示されている。

【0079】

前記乾燥包囲体81と処理包囲体82と冷却包囲体83とはそれぞれ、各包囲体を通る図示しない別々の再循環経路、および各包囲体の前記容器93および94と、95および96と、97および98に装填した物質を有する。これは図11を参照して述べられた場合と同様である。ただし図13の装置では、前記乾燥包囲体81と処理包囲体82の再循環経路は図示しない共通間接加熱器を有し、別にあらためて前記冷却包囲体84を通る再循環経路だけが噴霧化された水の射出ノズルを有することが、図11の装置と異なる。したがって、適用に際し、水分を含んだ物質の装填された容器は、図示しない搬送手段を用い

10

20

30

40

50

て、次のようにシーケンスで搬送される。つまりこの容器は、最初に、好ましくはスライド式で、閉じたとき気密状態になる前記アクセスドア 89 を通って、前記装填包囲体 80 に入り、次いで、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になる前記分離ドア 85 を通って、前記乾燥包囲体 81 に入る。この乾燥包囲体 81 内で、水分を含んだ物質が乾燥される。それから前記容器は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になる前記分離ドア 86 を通って、前記処理包囲体 82 に入る。この処理包囲体 82 内で、乾燥ずみの前記物質が処理される。そして前記容器は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になる前記分離ドア 87 を通って、前記冷却包囲体 83 に入る。この冷却包囲体 83 内で、前記固体残渣が冷却される。次いで前記容器は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になる前記分離ドア 88 を通って、前記取り出し包囲体 84 に入る。最後に前記容器は、好ましくはスライド式で、閉じたときに気密状態になる前記アクセスドア 90 を通る。したがって、各ドアは、前記容器がそのドアを通過する前は開いていて、通過した後に気密状態で閉じ、少なくとも 1 個の容器が残って、その容器内の乾燥ずみの物質を前記処理包囲体内で処理し続けるとき、(図 11 および 12 を参照して述べたように) 乾燥ずみの処理されている前記物質から生成された余剰ガスを燃焼器に入れることによって、その燃焼により生じた熱エネルギーを、水分を含んだ前記物質の乾燥および処理に必要な熱エネルギーの少なくとも一部として提供できる。

10

【0080】

本発明のどの実施態様においても、前記乾燥包囲体 10 や処理包囲体 11 それぞれに含まれたあるいは再循環されている過熱蒸気および/または高温処理ガスに、および/または、最初に図 2 を参照して述べられたように、前記冷却包囲体 12 に含まれた燃焼ガスあるいは過熱蒸気または他の不活性ガスに、および/または、図 11、12 および 13 を参照して述べられた場合と同様に、前記乾燥、処理および冷却包囲体内を再循環しているガスに、1 種または複数種の試薬を添加してよい。この添加は、好ましくはただし限定されることなく、図 8、9 および 10 を参照して述べられたそれぞれの前記再循環ファン 50、51 および 53、あるいは図 11、12 および 13 を参照して述べられたそれぞれのどの前記再循環ファンでも、各中心部に試薬を射出することによって、行なう。したがって、適用に際し、1 種または複数種のいずれかの試薬を添加することにより、前記物質が乾燥され処理されながらその価値を高める、あるいは前記固体残渣が冷却されながらその価値を高めるようになり、および/または、このような添加が、前記物質の乾燥や処理あるいは前記残渣の冷却を促進する、そうでなければ改良するようになる。

20

30

【0081】

たとえば、木炭が固体残渣として生成されることになっている場合、図 1、2、9、12 を参照して述べられたように、どの処理包囲体内でも再循環している前記高温処理ガスに、蒸気を添加してよい。したがって、適用に際し、前記蒸気の添加が乾燥ずみの有機物質の炭化を促進するように働き、処理段階の最終工程中に、昇温下で硫酸部分を含む過熱蒸気を射出し、前記木炭を通してこの過熱蒸気を再循環することによって、前記木炭を活性化できる。さらにしたがって、適用に際し、前記硫酸部分を含む過熱蒸気を抜き出して、図 5 に示した凝縮器または冷却器 33.1、あるいは図 11 および 12 に示した凝縮器 68、または図示しない別に設けた凝縮器に入れることによって、前記硫酸部分を回収し、再利用してもよい。

40

【0082】

本発明の実施態様において、以上述べられてきた凝縮手段または冷却手段を通して循環する、あるいは抜き出されてそこに入るどのガス、およびガス冷却に利用されるどの冷媒も、そこに伝達される熱エネルギーの再利用をはかって回収し、たとえば、空間やその他の加熱に利用できる。したがって、適用に際し、熱エネルギーのこのような再利用は、これまで述べられた本発明によるどの装置に関しても、前記物質の乾燥と処理および/または前記固体残渣の冷却における実用性を高めるはたらきをする。

【0083】

さらに本発明の実施態様どれにおいても、処理包囲体から、あるいは前記乾燥、処理およ

50

び冷却包囲体から、抜き出された前記処理ガスまたは余剰処理ガスの少なくとも一部分を燃料として利用して、ガスタービンや他の内燃エンジンのための電気を生成できる。そして、どのガスタービンや他の内燃エンジンからの排出ガスであっても、その熱エネルギーを利用して、処理包囲体あるいは前記乾燥、処理および冷却包囲体を加熱でき、もしくは空間やその他の加熱もできる。したがって、適用に際し、前記処理部分や余剰処理ガス部分に関する燃焼エネルギーのこういった利用においてもやはり、これまで述べられた本発明によるどの装置でも、前記物質の乾燥と処理および/または前記固体残渣の冷却における実用性を高めるはたらきをする。

【0084】

さらにまた本発明のどの実施態様においても、水分を含んだ物質が、乾燥包囲体や乾燥、処理および冷却包囲体に入るのに先立って、あるいはその直後に、前記物質を余熱するために、および/または乾燥包囲体や乾燥、処理および冷却包囲体内の水分を含んだ前記物質を乾燥するために、マイクロ波や高周波のエネルギーを利用できる。したがって、適用に際し、どの前記包囲体においても乾燥工程の時間を大幅に短縮できる。

【0085】

図1から10を参照して述べられた本発明の実施態様において、100よりわずかに高温もしくは100より低温で、周囲空気よりも密度の高い蒸気以外の不活性ガスを冷媒として利用することもできる。そしてこの不活性ガスは、冷媒として、前記冷却包囲体12を通して再循環され、100より低温に冷却されて、また前記高温固体残渣を100より低温に冷却する。こういう場合、適用に際し、前記冷却包囲体12は、少なくとも1個の前記処理包囲体11より下に位置する、図5を参照して述べられた高温処理ガス/空気層形成シール高さ22.3より低い部分に配置される。したがって100よりわずかに高温もしくは100より低温で、蒸気以外の前記不活性ガスの密度が周囲空気の密度より高いときは、高温固体残渣の入口管19を、前記冷却包囲体12内まで下向きに延ばすよう調整しなおし、図6に述べられたさらに冷却された固体残渣出口管20を、前記冷却包囲体12から下向きに延ばす代わりに上向きに延ばして、蒸気または他の不活性ガス/空気層形成シールの高さ22.4でなく空気/過熱蒸気以外の不活性ガス層形成シールの高さに至るように調整しなおす。

【0086】

たとえば、100で大気圧のアルゴンの密度は1.3048グラム/リットルで、20の周囲温度における空気の密度は1.2046グラム/リットルである。したがって、アルゴンを蒸気以外の不活性ガスとして用いた場合、その密度は100よりわずかに高温および100より低温で、周囲空気の密度より高くなる。

【0087】

これまで述べてきた、過熱蒸気と他のガス中で水分を含んだ物質を処理する方法や装置について、経済的に有利ならば、組み合わせて適用するもよい。したがって、適用に際し、組み合わせた一例によれば、水分を含んだ物質は、図2の乾燥包囲体10で連続的に乾燥され、次いで、図11および12を参照して述べられたように、乾燥ずみの物質として容器に装填して処理され冷却されるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】本発明による連続乾燥、処理および冷却装置における基本形態の概略を表す平面図である。

【図2】本発明による連続乾燥、処理および冷却装置における前記基本形態の側断面図である。

【図3】本発明による連続乾燥、処理および冷却装置における前記基本形態の構成要素のより詳細な側断面図である。

【図4】本発明による連続乾燥、処理および冷却装置における前記基本形態の構成要素のより詳細な側断面図である。

【図5】本発明による連続乾燥、処理および冷却装置における前記基本形態の構成要素の

10

20

30

40

50

より詳細な側断面図である。

【図 6】本発明による連続乾燥、処理および冷却装置における前記基本形態の構成要素のより詳細な側断面図である。

【図 7】乾燥包囲体、処理包囲体および冷却包囲体それぞれの端断面図である。

【図 8】乾燥包囲体、処理包囲体および冷却包囲体それぞれの端断面図である。

【図 9】乾燥包囲体、処理包囲体および冷却包囲体それぞれの端断面図である。

【図 10】本発明による別の冷却包囲体の端断面図である。

【図 11】本発明によるさらに別装置のそれぞれ側面図と平面図である。

【図 12】本発明によるさらに別装置のそれぞれ側面図と平面図である。

【図 13】本発明によるさらにまた別装置の側面図である。

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
20 February 2003 (20.02.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/014644 A1(51) International Patent Classification: F26B 21/06,
21/14

(21) International Application Number: PCT/GB02/01497

(22) International Filing Date: 28 March 2002 (28.03.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data: 0119616.1 11 August 2001 (11.08.2001) GB

(81) Designated States (national): AI, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GI, GM, HR, HU, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KI, LS, MW, MZ, SD, SI, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NI, SN, TD, TG).

(71) Applicants: DUNNE, Terence, Patrick [GB/GB]; Salt-house Farm, Sulters Lane, Stoke-on-Trent, Staffordshire ST9 0DA (GB). BIRD, Graham [GB/GB]; 14 Edwards Way, Alsager, Cheshire ST7 2YB (GB).

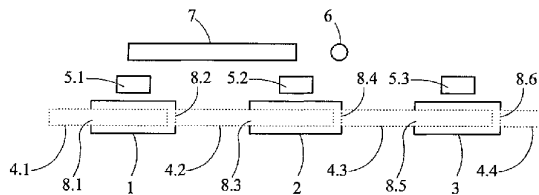
Published:
— with international search report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(71) Applicant and
(72) Inventor: STUBBING, Thomas, John [GB/GB]; Spout House, Bitterley, Ludlow, Shropshire SY8 3HQ (GB).

(74) Agent: BAILEY, Richard, Alan; A R Davies & Co., 27 Imperial Square, Cheltenham GL50 1RQ (GB).

(54) Title: PROCESSING OF ORGANIC MATERIAL



(57) Abstract: A method of processing organic material comprises heating the organic material to a temperature exceeding 100 °C in an atmosphere comprising at least one of superheated steam, a hot inert gas, hot air and hot process gases, and subsequently cooling the heated organic material in an atmosphere comprising at least one of superheated steam and an inert gas. Also described are processing apparatus for use in performing the method.

WO 03/014644 A1

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

1

Processing of Organic Material

The invention relates to methods and apparatus for the processing of organic material in superheated steam and/or other gases in order advantageously to alter its physical properties and/or its chemical composition while usefully recovering or combusting components emitted from it as gases and then to cool its solid residues in an inert gas to prevent said solid residues' spontaneous ignition on re-entering ambient air. The organic material may be moist organic material, in which case a first operation of drying the material, conveniently in superheated steam, may be included. The invention is applicable to continuous processing, batch processing and continuous, sequenced batch processing of materials.

The expression "organic material" includes green and post-consumer wood and other organic material such as forestry and agricultural wastes and any other mainly or partly organic material such as paper and food industry sludges and municipal and commercial waste streams containing, for example, food, paper and plastic residues and used tyres which may advantageously be processed according to the invention. It will be appreciated that in many cases the organic material will have a significant moisture content.

It is known continuously to dry moist materials in superheated steam. For example, British Patent Specification No. 2281383 describes an apparatus for continuous drying of moist materials in superheated steam comprising a drying enclosure, open-ended inlet and outlet ducts communicating with the enclosure and conveyors for conveying the material to be dried along the inlet duct, through the enclosure and along the outlet duct. Superheated steam is generated in the enclosure from the moisture in the material being dried by circulating the initial gas within the enclosure between a heat source and the material, and/or by the injection into the enclosure of superheated steam from an external source. The inlet duct and outlet duct both extend downwardly from the enclosure and a vent duct from the enclosure has an outlet normally at a level midway along the two ducts. In use, superheated steam tending to pass downwardly along the ducts meets external air tending to pass upwardly along the ducts and forms within each duct a steam/air temperature and density differential stratification layer. These stratification layers act as barriers to the escape of steam from the enclosure and/or entry of air into the enclosure while at the same time

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

2

permitting the free conveyance of material along the ducts and into and out of the enclosure.

Specification No. 2281383 thus discloses a continuous drying process in which materials to be dried pass into and/or out of the drying enclosure through a non-mechanical barrier which allows the free passage of the materials without any significant restraint, while at the same time providing effectively substantially gas-tight seals to prevent the escape of superheated steam from the drying enclosure or the entry of air into the enclosure. Steam escaping through the vent duct may be condensed to recover its thermal energy.

According to the present invention there is provided a method of processing organic material comprising heating the organic material to a temperature exceeding 100°C in an atmosphere comprising at least one of superheated steam, a hot inert gas, hot air and hot process gases, and subsequently cooling the heated organic material in an atmosphere comprising at least one of superheated steam and an inert gas. The invention also relates to an apparatus designed to permit the use of the method in a relatively simple and convenient form.

The present invention thus sets out to provide methods and apparatus for continuous, batch, or continuous sequenced batch processing of material, for example moist organic material, in superheated steam and other gases whereby the material to be processed either passes into and/or out of drying, processing and cooling enclosures respectively through non-mechanical barriers which allow the free passage of the material without any significant restraint, or through mechanical barriers in the form of doors able to be closed in airtight manner, said non-mechanical or mechanical barriers providing effectively substantially gas-tight seals to prevent the movement of superheated steam, hot process gases or inert cooling gas from or between the drying, processing or cooling enclosures, respectively, or the entry of air into said drying, processing and/or cooling enclosures, in order first to dry the moist material in superheated steam, then to process the dried material in hot process gases at a temperature higher than that required to dry it to alter its physical properties and/or its chemical composition while recovering or combusting components emitted from it as gases, and finally to cool the processed material's solid residues in an inert gas, preferably but not exclusively superheated steam, to a temperature typically slightly above 100°C but in any event below that at which said residues could ignite spontaneously on re-entering ambient air, or whereby said material to be processed is

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

3

placed as a batch in, and said batch is then dried, processed and cooled in at least one substantially airtight drying, processing and cooling enclosure.

One form of said apparatus comprises a drying enclosure, at least one processing enclosure and a cooling enclosure, conveying means passing into and through said drying, processing and cooling enclosures and out of said cooling enclosure through ducts either communicating with or linking said enclosures, said enclosures and said ducts being thermally insulated, whereby, except where mentioned hereafter, said enclosures and said ducts, and their junctions with said enclosures, are all airtight.

During an initial warm-up period the drying enclosure is heated by recirculating the ambient air atmosphere initially contained in said drying enclosure over a heat source by recirculation fan means while moist material begins to be transported by said conveying means into and through the drying enclosure. The recirculating ambient air atmosphere is displaced and replaced by recirculating superheated steam generated from the moisture in the material by the known method described in Specification No. 2281383, whereby said recirculating superheated steam then completes the drying of the material and the additional steam generated from the moisture in said material is vented, preferably but not exclusively into condensing means, as described in Specification No. 2281383, before said material is transported out of the drying enclosure and into at least one processing enclosure.

Before the dried material begins to be transported from the drying enclosure into the said at least one processing enclosure by the said conveying means, warm-up of the at least one processing enclosure is initiated by recirculating the ambient air atmosphere initially contained in said at least one processing enclosure over a heat source by means of a recirculation fan and, once the temperature of the air in said at least one processing enclosure exceeds 100°C, said air may be displaced and replaced either by an externally provided inert gas atmosphere or, by temporarily venting some or all of the steam being generated in the drying enclosure via a dampered duct into said at least one processing enclosure instead of venting it into the said condensing or cooling means, by a superheated steam atmosphere, whereby said ambient air atmosphere, said externally provided inert gas atmosphere or said superheated steam atmosphere then contained in the at least one processing enclosure is heated to a temperature above that at which drying in superheated steam is proceeding in the said drying enclosure by recirculating it over said heat source and through said at least one processing enclosure by means of said recirculation fan.

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

4

As the dried material begins to be transported through said at least one processing enclosure and processed at said temperature above that at which drying in superheated steam is proceeding in said drying enclosure, hot process gases generated from said dried material displace and replace the air, inert gas or superheated steam atmosphere in said at least one processing enclosure, following which heating and processing of the said dried material proceeds by recirculating said hot process gases over said heat source and through said dried material in said at least one processing enclosure by said recirculation fan means, whereby said temperature above that at which drying in superheated steam is proceeding in the drying enclosure is maintained and the additional hot process gases generated from said dried material being transported through and processed in said at least one processing enclosure are vented either into condensing or cooling means or, when said additional hot process gases are combustible, into combustion means, while any combustible incondensable gases which emerge from said condensing or cooling means, if employed, are ducted into said combustion means, and the said heat source may be heated by the combustion gases generated by the combustion of said additional hot process gases and of said combustible incondensable gases, if any, in said combustion means.

Before the hot solid residues remaining after hot process gases have been generated from said dried material begin to be transported from said at least one processing enclosure into said cooling enclosure by said conveying means, replacement of the ambient air atmosphere initially contained in the cooling enclosure may be carried out, either by recirculating the ambient air atmosphere initially contained in the cooling enclosure over said heat source by means of a recirculation fan in order to heat it or, for example, by heating said ambient air atmosphere by arranging for a portion of the flue gases emerging from the said heat source to enter the cooling enclosure whereby, once the temperature of the air or air with a portion of flue gas atmosphere in said cooling enclosure exceeds 100°C, said ambient air or air with a portion of flue gas atmosphere may be displaced and replaced by a superheated steam atmosphere by temporarily venting some or all of the additional steam being generated in the drying enclosure via dampered duct means into said cooling enclosure instead of venting it into said condensing or cooling means or, alternately, the said ambient air atmosphere initially contained in the cooling enclosure may be displaced and replaced by an externally provided inert gas atmosphere.

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

5

When the atmosphere in the cooling enclosure is ambient air, as the said hot solid residues are transported through the cooling enclosure's air atmosphere, limited combustion of a small portion of said solid residues occurs and the air atmosphere is displaced and replaced by the hot and virtually oxygen-free combustion gas produced. Thereafter said hot and virtually oxygen-free combustion gas is recirculated by recirculation fan means through said cooling enclosure and through condensing or cooling means in which any hot process gases generated from the hot solid residues are condensed and the said hot and virtually oxygen-free combustion gas cooled, whereby, on its return to said cooling enclosure, the thus cooled combustion gas in turn cools said hot solid residues before they are transported out of said cooling enclosure into ambient air by said conveying means.

When the said atmosphere in said cooling enclosure is superheated steam, as the said hot solid residues are transported through said cooling enclosure's superheated steam atmosphere, said superheated steam is recirculated by fan means through said cooling enclosure into which atomised cooling water is injected by water atomising means, preferably but not exclusively into the eye of said fan means, at a rate sufficient to cool said superheated steam to slightly above 100°C, whereby the additional steam generated in the said cooling enclosure from the atomised water and any hot process gases generated from said hot solid residues are condensed in said condensing or cooling means while the thus cooled recirculating superheated steam in turn cools said hot solid residues before they are transported out of said cooling enclosure into ambient air by said conveying means.

When the said atmosphere in said cooling enclosure is an inert gas other than superheated steam, as the said hot solid residues are transported through said cooling enclosure's inert gas atmosphere, said inert gas is recirculated by fan means through said cooling enclosure and through said condensing or cooling means in which condensable components in any further hot process gases generated from said solid residues are condensed and the inert gas and any incondensable components in any said further hot process gases cooled to slightly above 100°C, whereby on their return to said cooling enclosure the thus cooled inert gas and any incondensable components in any said further hot process gases in turn cool said hot solid residues before they are transported out of said cooling enclosure into ambient air by said conveying means.

After completion of said initial warm-up period, said conveying means continue to transport the moist material out of ambient air, upwards through a steam/air stratification

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

6

layer seal and into and through the superheated steam atmosphere in said drying enclosure, while said conveying means continue to transport the dried material out of the superheated steam atmosphere in said drying enclosure, downwards through a steam/air stratification layer seal and through ambient air before transporting said dried material upwards through a

5 hot process gases/air stratification layer seal and into and through the hot process gases atmosphere in said at least one processing enclosure, while said conveying means continue to transport the processed material's solid residues out of the hot process gas atmosphere in said at least one processing enclosure, downwards through a hot process gases/air stratification layer seal and through ambient air before transporting said solid residues

10 upwards through either a virtually oxygen-free combustion gas/air, superheated steam/air or other inert gas/air stratification layer seal and into and through a slightly above 100°C combustion gas, superheated steam or other inert gas atmosphere in said cooling enclosure, while further conveying means transport the cooled residues out of the slightly above 100°C combustion gas, superheated steam or other inert gas atmosphere in the cooling enclosure,

15 downwards through a combustion gas, superheated steam or other inert gas/air stratification layer seal and into ambient air, whereby the said steam/air, hot process gases/air and combustion gas, steam or other inert gas/air stratification layer seals, which prevent the escape of superheated steam, other hot process gases, combustion gas, superheated steam and/or other inert gas respectively from the drying, processing and cooling enclosures

20 respectively or the entry of air into said enclosures, are created and maintained naturally due to the densities of the above 100°C steam, or process gases, or combustion gas, superheated steam or other inert gas atmospheres respectively above the said stratification layer seals being significantly less than that of ambient air, and the required above 100°C drying and processing temperatures of said superheated steam in said drying enclosure and

25 of said hot process gases in said processing enclosure are maintained by continuing separately to recirculate said superheated steam and said hot process gases over said at least one heat source by said enclosures' respective recirculation fan means, while the required slightly above 100°C temperature of the said combustion gas, superheated steam or other inert gas in said cooling enclosure is maintained by heat transfer from the said hot solid

30 residues being transported into and through said cooling enclosure, and the denser of said superheated steam in said drying enclosure, said hot process gases in said processing enclosure and said combustion gas, superheated steam or other inert gas in said cooling

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

7

enclosure, all having differing densities below that of ambient air, are prevented by said steam/air, hot process gas/air and combustion gas, steam or other inert gas/air stratification layer seals from passing through said ducts linking said enclosures into an adjoining drying, processing or cooling enclosure.

5 At the commencement of the initial warm-up period the heating medium employed in said at least one heat source is combustion gases produced in said combustion means by burning an externally supplied fuel, but during or after said initial warm-up period the use of such externally supplied fuel may be reduced or eliminated as and when the thermal energy released by combusting the hot process gases vented directly to the said combustion means
10 from said at least one processing enclosure and/or the incondensable gases emerging from any or all of said at least one condensing or cooling means becomes sufficient or more than sufficient to reduce or eliminate the use of such externally supplied fuel, whereby if more than sufficient thermal energy is released by combusting the gases vented directly to the said combustion means from said at least one processing enclosure and/or the incondensable
15 gases emerging from any or all of said at least one condensing or cooling means than is required by said at least one heat source then most of any excess combustion gases may be employed to heat additional apparatus, preferably but not exclusively apparatus similar to that hereinafter described.

By way of example, if the material being dried and processed is wood and the
20 cooled solid residues produced are charcoal, the thermal energy released by combusting the gases vented directly to said combustion means from said at least one processing enclosure and/or the incondensable gases emerging from any of the said at least one condensing or cooling means is more than sufficient to eliminate the use of said externally supplied fuel, whereby the excess thermal energy may be capable of drying and, if required, torrefying
25 approximately twice as much wood as is processed to become charcoal in further drying, processing and cooling apparatus similar to that hereinafter described, or of being used to generate at least sufficient electrical energy to provide a portion of, all or more than the electrical energy requirement of any said apparatus according to the invention.

An alternate form of apparatus according to the invention comprises at least one
30 drying, processing and cooling enclosure, each said drying, processing and cooling enclosure having a recirculation path within which an indirect heater, a recirculation fan, at least one container and an atomised water injection nozzle are located, whereby, in use, said

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

8

at least one container is loaded with moist material and inserted into said drying, processing and cooling enclosure through an access door which is then closed in airtight manner. Said moist material is then dried and processed and its solid residues cooled by first recirculating indirectly heated gases through said moist material in order to dry it, then recirculating
5 gases indirectly heated to a higher temperature through the thus dried material in order advantageously to alter its physical properties and/or its chemical composition while recovering or usefully combusting components emitted from it as gases and then recirculating cooling gases through the resulting solid residues in order to cool them, all generally as heretofore described except that, instead of said material being transported by
10 conveying means first into and out of a drying enclosure, then into and out of a processing enclosure and then, as solid residues, into and out of a cooling enclosure, the drying, processing and cooling phases take place within said drying, processing and cooling enclosure from which, when the cooling phase is complete and said access door is opened, said at least one container and said solid residues contained in said at least one container are
15 removed from said drying, processing and cooling enclosure and replaced by a further at least one container loaded with moist material inserted into said drying, processing and cooling enclosure through said access door which is again closed in airtight manner, enabling the next drying phase to commence and, when more than one drying, processing and cooling enclosure is provided, the drying phases in each drying, processing and cooling
20 enclosure preferably commence in sequence.

A vent leads excess gases generated during the drying, cooling and processing phases respectively out of each said at least one drying, processing and cooling enclosure to atmosphere, either via a duct leading to atmosphere, or via a duct leading into and through an optional condenser, preferably but not exclusively common to all of said at least one
25 drying, processing and cooling enclosures when more than one such enclosure is provided, or via a duct leading into a combustor, also preferably but not exclusively common to all of said at least one drying, processing and cooling enclosures when more than one such enclosure is provided, and any incondensable gases passing through said optional condenser may be ducted into said combustor, whereby, in use, atmospheric pressure is effectively
30 maintained in each said drying, processing and cooling enclosure and valve or damper means direct said excess gases vented from each said drying, processing and cooling

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

9

enclosure via a duct either directly to atmosphere, or indirectly to atmosphere through said optional condenser, or into said combustor.

By way of example, when the combined duration of said drying and cooling phases is less than three times as long as the duration of the generation of excess process gases from said dried material during said processing phase and four of said drying, processing and cooling enclosures are provided and when said excess gases are combustible, by sequentially starting the drying, processing and cooling phases respectively in each of said four enclosures when less than two thirds of the combined duration of the drying and cooling phases taking place in the previously started enclosures has elapsed, the durations of the generation of excess process gases from said dried material during the processing phases taking place in at least two of said enclosures overlap. This ensures that said excess process gases are continuously vented into a preferably but not exclusively common combustor in which said excess process gases are continuously and cleanly combusted and from which the continuously produced combustion gases are ducted through a duct, either through at least two of said indirect heaters, one such indirect heater being located in each of said enclosures, to provide at least some of the thermal energy required by the drying and processing phases taking place sequentially in at least two of said enclosures or, if not so required, to atmosphere, while, if toxic emissions are not present in the excess gases generated and vented during the drying and cooling phases, said excess gases may either be vented directly to atmosphere or into an optional common condenser, but if toxic emissions are present in said excess gases then said excess gases are vented into said condenser to enable said toxic emissions to be cooled and condensed and the condensate and any incondensable gases emerging from said condenser to be de-toxified, whereby, as an alternative to venting said excess gases containing toxic emissions into said condenser, said excess gases may be vented into said combustor and said toxic emissions destroyed by combusting them therein.

A further alternate form of apparatus for continuous processing of moist materials according to the invention comprises a loading enclosure, a drying enclosure, at least one processing enclosure, a cooling enclosure and an unloading enclosure, said loading enclosure, drying enclosure, at least one processing enclosure, cooling enclosure and unloading enclosure being separable from each other by means of preferably sliding, and when closed airtight doors and said loading enclosure and said unloading enclosure being

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

10

separable from the exterior of said further alternate form of apparatus by means of preferably sliding, and when closed airtight loading and unloading doors.

Each said drying, processing and cooling enclosure has a separate recirculation path passing through it whereby, in use, individual containers loaded with moist material are conveyed sequentially first through said preferably sliding and when closed airtight loading door into said loading enclosure, then through one of said preferably sliding and when closed airtight doors into said drying enclosure within which said moist material is dried, then through another said preferably sliding and when closed airtight door into said at least one processing enclosure within which said dried material is processed, then through another said preferably sliding and when closed airtight door into said cooling enclosure within which said solid residues are cooled, then through another said preferably sliding and when closed airtight door into said unloading enclosure and then through said preferably sliding and when closed airtight unloading door, whereby, in use, while dried material is being processed in said processing enclosure, the venting of the excess gases generated from said dried material being processed into a combustor may enable the thermal energy generated by their combustion to provide at least some of the thermal energy required for the drying and processing of said moist material.

The following is a more detailed description of embodiments of the invention, by way of example, reference being made to the accompanying drawings in which:

Figure 1 is a plan view outline representation of a basic form of continuous drying, processing and cooling apparatus according to the invention,

Figure 2 is a side view sectional representation of said basic form of continuous drying, processing and cooling apparatus according to the invention,

Figures 3-6 are more detailed side view sectional representations of elements of the said basic form of continuous drying, processing and cooling apparatus according to the invention,

Figures 7-9 are end view sectional representations of the drying, processing and cooling enclosures respectively,

Figure 10 is an end view section representation of an alternate form of the cooling enclosure.

Figures 11 and 12 are side and plan view representations respectively of alternative apparatus according to the invention, and

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

11

Figure 13 is a side view representation of a further alternative apparatus according to the invention.

Referring to FIG. 1, there is shown diagrammatically in plan view an outline representation of an apparatus for continuous drying of moist organic material in superheated steam, processing the dried material in hot process gases and cooling its hot solid residues in an inert gas, preferably but not exclusively superheated steam, comprising a drying enclosure 1, at least one processing enclosure 2 and a cooling enclosure 3, conveying means 4.1, 4.2 and 4.3 passing into and through said enclosures 1, 2 and 3 respectively and conveying means 4.4 passing out of said enclosure 3 through not shown ducts, said ducts either communicating with or linking said enclosures 1, 2 and 3, said enclosures 1, 2 and 3 and said not shown ducts being thermally insulated, whereby, except where mentioned hereafter by reference to FIG's 2 to 10, said enclosures 1, 2 and 3 and said not shown ducts, and their junctions with said enclosures at the locations indicated by 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5 and 8.6, are all airtight.

During an initial warm-up period the drying enclosure 1 is heated by recirculating the ambient air atmosphere initially contained in said drying enclosure 1 over at least one indirect heater 7 by means of a not shown recirculation fan while moist material begins to be transported by conveying means 4.1 into and through the drying enclosure 1 in which the recirculating ambient air atmosphere is displaced and replaced by recirculating superheated steam generated from the moisture in the material by the known method described in Specification No. 2281383, said recirculating superheated steam then completing the drying of the material as described in Specification No. 2281383 before it is transported out of the drying enclosure 1 and into the at least one processing enclosure 2 by the conveying means 4.2, whereby, in use, the additional steam generated from the moisture in said material is vented, preferably but not exclusively into a condenser or cooler 5.1.

Before the dried material begins to be transported from the drying enclosure 1 into the at least one processing enclosure 2 by the conveying means 4.2, warm-up of said at least one processing enclosure 2 is initiated by recirculating the ambient air atmosphere initially contained in said at least one processing enclosure 2 over at least one indirect heater 7 by means of a not shown recirculation fan and, once the temperature of the air in said processing enclosure 2 exceeds 100°C, said air may be displaced and replaced either by an externally provided inert gas atmosphere or, by temporarily venting some or all of the steam

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

12

being generated in the drying enclosure 1 via a not shown dampered duct into said at least one processing enclosure 2 instead of venting it preferably but not exclusively into said condenser or cooler 5.1, by a superheated steam atmosphere, whereby, in use, said air, said externally provided inert gas atmosphere or said superheated steam atmosphere then
5 contained in said at least one processing enclosure 2 is heated to a temperature above that at which drying in superheated steam is proceeding in drying enclosure 1 by recirculating said externally provided inert gas atmosphere or said superheated steam atmosphere over the at least one indirect heater 7 and through said at least one processing enclosure 2 by means of said not shown recirculation fan.

10 As the dried material begins to be transported through said at least one processing enclosure 2 and processed at said temperature above that at which drying in superheated steam is proceeding in drying enclosure 1, hot process gases generated from said dried material displace and replace the air, inert gas or superheated steam atmosphere in said at least one processing enclosure 2, following which heating and processing of the said dried
15 material proceeds by recirculating said hot process gases over said at least one indirect heater 7 and through said dried material in said at least one processing enclosure 2 by means of said not shown recirculation fan, whereby, in use, said temperature above that at which drying in superheated steam is proceeding in drying enclosure 1 is maintained and the additional hot process gases generated from said dried material being transported through
20 and processed in said at least one processing enclosure 2 are vented either into a condenser or cooler 5.2 or, when said additional hot process gases are combustible, into a combustor 6, while any combustible incondensable gases which emerge from any said condenser or cooler 5.2 are ducted into said combustor 6, and said at least one indirect heater 7 may be heated by the combustion gases generated by the combustion of said additional hot process
25 gases and the said combustible incondensable gases in said combustor 6.

Before the hot solid residues remaining after hot process gases have been generated from said dried material begin to be transported from said at least one processing enclosure 2 into the cooling enclosure 3 by the conveying means 4.3, replacement of the ambient air atmosphere initially contained in said cooling enclosure 3 may be carried out, either by
30 recirculating said ambient air atmosphere initially contained in said cooling enclosure 3 over said at least one indirect heater 7 by means of a not shown recirculation fan in order to heat it or, for example, by heating said ambient air atmosphere by arranging for a portion of the

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

13

flue gases emerging from said at least one indirect heater 7 to enter said cooling enclosure 3, whereby, in use, once the temperature of the air or air with a portion of flue gas in said cooling enclosure 3 exceeds 100°C, said ambient air or air with a portion of flue gas atmosphere may be displaced and replaced by a superheated steam atmosphere by temporarily venting some or all of the additional steam being generated in said drying enclosure 1 via a not shown dampered duct into said cooling enclosure 3 instead of venting said additional steam preferably into said condenser or cooler 5.1 or, alternately, the said ambient air atmosphere initially contained in said cooling enclosure 3 may be displaced and replaced by an externally provided inert gas atmosphere.

When the said atmosphere in said cooling enclosure 3 is ambient air, as the said hot solid residues are transported through said ambient air atmosphere in said cooling enclosure 3, limited combustion of a small portion of said hot solid residues occurs and said air atmosphere is displaced and replaced by the hot and virtually oxygen-free combustion gas produced. Thereafter said hot and virtually oxygen-free combustion gas is recirculated by said not shown recirculation fan through said cooling enclosure 3 and through a condenser or cooler 5.3 in which any condensable components in any further hot process gases generated from said hot solid residues while said hot solid residues are being transported through said hot and virtually oxygen-free atmosphere in said cooling enclosure 3 are condensed and said hot and virtually oxygen-free combustion gas and any incondensable components in any further hot process gases generated from said hot solid residues cooled to slightly above 100°C, whereby, in use, on their return to said cooling enclosure 3, the thus cooled combustion gas and any incondensable components in any said further hot process gases generated from said hot solid residues in turn cool said hot solid residues before they are transported out of said cooling enclosure 3 into ambient air by said conveying means 4.4.

When the said atmosphere in said cooling enclosure 3 is superheated steam, as the said hot solid residues are transported through said superheated steam atmosphere in said cooling enclosure 3, said superheated steam is recirculated by a not shown recirculation fan through said cooling enclosure 3 into which atomised cooling water is injected, preferably into the eye of said not shown recirculation fan, at a rate sufficient to cool said superheated steam to slightly above 100°C, whereby, in use, the additional steam generated in said cooling enclosure 3 from said atomised cooling water and any further hot process gases

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

14

generated from said hot solid residues while said hot solid residues are being transported through said superheated steam atmosphere in said cooling enclosure 3 are vented into a condenser or cooler 5.3 and said additional steam and any condensable components in any said further hot process gases generated from said hot solid residues are condensed in said
 5 condenser or cooler 5.3, while the thus cooled recirculating superheated steam and any incondensable components in said hot process gases in turn cool said hot solid residues before they are transported out of said cooling enclosure 3 into ambient air by said conveying means 4.4.

When the said atmosphere in said cooling enclosure 3 is an inert gas other than
 10 superheated steam, as said hot solid residues are transported through said inert gas atmosphere in said cooling enclosure 3, said inert gas is recirculated by a not shown fan through said cooling enclosure 3 and through said condenser or cooler 5.3 in which any condensable components in any further hot process gases generated from said hot solid residues while said hot solid residues are being transported through said inert gas
 15 atmosphere in said cooling enclosure 3 are condensed and said inert gas and any incondensable components in any said further hot process gases generated from said hot solid residues while said hot solid residues are being transported through said inert gas atmosphere in said cooling enclosure 3 are cooled to slightly above 100°C, whereby, in use, on their return to said cooling enclosure 3 the thus cooled inert gas and any incondensable
 20 components in any said further hot process gases generated from said hot solid residues in turn cool said hot solid residues before they are transported out of said cooling enclosure 3 into ambient air by said conveying means 4.4.

After completion of said initial warm-up period, said conveying means 4.1 continue to transport the moist material out of ambient air, upwards through a steam/air stratification
 25 layer seal and into and through said superheated steam atmosphere in said drying enclosure 1, while said conveying means 4.2 continue to transport the dried material out of said superheated steam atmosphere in said drying enclosure 1, downwards through a steam/air stratification layer seal and through ambient air before transporting said dried material upwards through a hot process gases/air stratification layer seal and into and through said
 30 hot process gases atmosphere in said at least one processing enclosure 2, while said conveying means 4.3 continue to transport the processed material's then hot solid residues out of said hot process gases atmosphere in said at least one processing enclosure 2,

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

15

downwards through a hot process gases/air stratification layer seal and through ambient air before transporting said hot solid residues upwards through either a virtually oxygen-free combustion gas/air, superheated steam/air or other inert gas/air stratification layer seal and into and through a slightly above 100°C combustion gas, superheated steam or other inert gas atmosphere in said cooling enclosure 3 and said conveying means 4.4 transport the then cooled solid residues out of said slightly above 100°C combustion gas, superheated steam or other inert gas atmosphere in said cooling enclosure 3, downwards through a combustion gas, superheated steam or other inert gas/air stratification layer seal and into ambient air, all as further described by reference to FIG's 2 to 6, whereby, in use, the said steam/air, hot process gases/air and combustion gas, steam or other inert gas/air stratification layer seals, which prevent the escape of superheated steam, hot process gases, combustion gas, superheated steam and/or other inert gas respectively from said drying, processing and cooling enclosures 1, 2 and 3 respectively or the entry of air into said enclosures, are created and maintained naturally due to the densities of said above 100°C steam, hot process gases, combustion gas and superheated steam or other inert gas atmospheres respectively above the said stratification layer seals being significantly less than that of ambient air, and the required above 100°C drying and processing temperatures of said superheated steam in said drying enclosure 1 and of said hot process gases in said processing enclosure 2 are maintained by continuing separately to recirculate said superheated steam and said hot process gases over said at least one indirect heater 7 by means of said not shown recirculation fans, and the slightly above 100°C temperature of the said combustion gas, superheated steam or other inert gas in said cooling enclosure 3, which is increased by heat transfer from said hot solid residues into the slightly above 100°C superheated steam, or combustion gas or other inert gas atmosphere respectively in said cooling enclosure 3 as said hot solid residues are being transported through said cooling enclosure 3, is again reduced to slightly above 100°C as described by reference to FIG. 9 and FIG. 10 respectively, and the denser of said superheated steam in said drying enclosure 1, said hot process gases in said processing enclosure 2 and said combustion gas, superheated steam or other inert gas in said cooling enclosure 3, all having differing densities below that of ambient air, are prevented by said steam/air, hot process gases/air and combustion gas, steam or other inert gas/air stratification layer seals from passing

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

16

through said not shown ducts linking said enclosures 1, 2 and 3 into an adjoining drying, processing or cooling enclosure 1, 2 or 3.

At the commencement of said initial warm-up period the heating medium employed in the at least one indirect heater 7 is combustion gases produced in said combustor 6 by burning an externally supplied fuel, but during or after said warm-up period the use of such externally supplied fuel may be reduced or eliminated as and when the thermal energy released by combusting the hot process gases vented directly into said combustor 6 from said at least one processing enclosure 2 and/or the incondensable gases emerging from any or all of said at least one condenser or cooler 5.1, 5.2 and 5.3 becomes sufficient or more than sufficient to reduce or eliminate the use of such externally supplied fuel, whereby, in use, if more than sufficient thermal energy is released by combusting the hot process gases vented directly to said combustor 6 from said at least one processing enclosure 2 and/or the incondensable gases emerging from any or all of said at least one condenser or cooler 5.1, 5.2 and 5.3 than is required by said at least one indirect heater 7 then most of any excess combustion gases may be employed to heat additional apparatus, preferably but not exclusively apparatus similar to that herein described.

Referring to FIG. 2, there is shown diagrammatically a side view sectional representation of an apparatus in principle according to FIG. 1 comprising drying, processing and cooling enclosures 10, 11 and 12 respectively, an inlet duct 13, open to atmosphere at its base, leading upwardly into the drying enclosure 10 at one end thereof, an outlet duct 14 leading downwardly away from the opposite end of said drying enclosure 10, a transfer duct 15 with at least one not shown opening to atmosphere, an inlet duct 16 leading upwardly from said transfer duct 15 into the processing enclosure 11 at one end thereof, an outlet duct 17 leading downwardly away from the opposite end of said processing enclosure 11, a transfer duct 18 with at least one not shown opening to atmosphere, an inlet duct 19 leading upwardly from said transfer duct 18 into the cooling enclosure 12 at one end thereof and an outlet duct 20, open to atmosphere at its base, leading downwardly away from the opposite end of said cooling enclosure 12, said transfer duct 15 being joined in airtight manner to said ducts 14 and 16 and said transfer duct 18 being joined in airtight manner to said ducts 17 and 19, whereby, in use, due to the bases of both said inlet duct 13 and said outlet duct 20 being open to atmosphere and said transfer

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

17

ducts 15 and 18 having not shown openings to atmosphere, the gases contained in said enclosures 10, 11 and 12 are at atmospheric pressure.

Conveying means 21 of designs appropriate to each material to be dried, processed and cooled are provided to transport said material first upwards through said inlet duct 13 and through said drying enclosure 10, then downwards, then preferably but not exclusively horizontally and then upwards through said ducts 14, 15 and 16 respectively and through said processing enclosure 11, then downwards, then preferably but not exclusively horizontally and then upwards through said ducts 17, 18 and 19 respectively and through said cooling enclosure 12 and finally downwards through said outlet duct 20.

After the said initial warm-up period when said material (shown indicatively as 23 in FIG. 3) is being dried above the level 22.1 of effectively substantially gas-tight steam/air stratification layer seals across said ducts 13 and 14 and is being transported into, through or out of said drying enclosure 10 it is passing through superheated steam whereas when said material, having been dried, is being processed above the level 22.2 of effectively substantially gas-tight hot process gases/air stratification layer seals across said ducts 16 and 17 and is being transported into, through or out of said processing enclosure 11 said material is passing through hot process gases and when said material's solid residues (shown indicatively as 23.1 in Fig. 5) are being cooled above the level 22.3 of effectively substantially gas-tight combustion gas, steam or inert gas/air stratification layer seals across said ducts 19 and 20 and are being transported into, through or out of said cooling enclosure 12 said solid residues are passing either through combustion gas, superheated steam or other inert gas, whereas, when said material is below said levels 22.1 and 22.2 of said effectively substantially gas-tight steam/air or hot process gases/air stratification layer seals across said ducts 13, 14, 16 and 17 respectively, and when said solid residues are below said level 22.3 of the said effectively substantially gas-tight combustion gas/air, steam/air or inert gas/air stratification layer seals across said ducts 19 and 20 respectively, said material and said solid residues are passing from, through or into ambient air, whereby, in use, said ambient air in said ducts 13 and 14 may contain a small proportion of steam, said ambient air in ducts 16 and 17 may contain a small proportion of process gases and said ambient air in ducts 19 and 20 may contain a small proportion of process gases, combustion gas, steam and/or inert gas, and said levels 22.1 and 22.2 of said effectively substantially gas-tight steam/air or hot process gases/air stratification layer seals across said ducts 13, 14,

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

18

16 and 17 respectively, and said level 22.3 of the said effectively substantially gas-tight combustion gas/air, steam/air or inert gas/air stratification layer seals across said ducts 19 and 20 respectively, are substantially identical.

Other forms of the apparatus may include at least one additional not shown
5 processing enclosure located between said enclosures 11 and 12, any such additional enclosure being linked by further ducts corresponding to said ducts 17, 18 and 19 to said enclosures 11 and 12.

When there is one or more additional processing enclosure, said further ducts
10 corresponding to said ducts 17, 18 and 19 are provided to link the then two or more processing enclosures to each other, whereby, in use, when said material is above said level 22.2 of said effectively substantially gas-tight hot process gases/air stratification layer seals across said further ducts corresponding to said ducts 17 and 19 while being transported into, through or out of said one or more additional enclosures corresponding to said enclosure 12 said material is being transported through hot process gases, and when said
15 material is below said level 22.2 of said effectively substantially gas-tight hot process gases/air stratification layer seals across any further ducts corresponding to said ducts 17, 18 and 19 said material is passing through ambient air.

Referring to FIG. 3, there is shown diagrammatically a side view sectional representation of part of the material inlet end of the drying enclosure 10 included in FIG. 2
20 showing an inlet duct 13 communicating with and joined in airtight manner to said drying enclosure 10, conveying means 21 passing through said inlet duct 13 and through said drying enclosure 10 respectively and the level 22.1 of said steam/air stratification layer seal across said inlet duct 13.

Moist material 23 is transported upwards through said inlet duct 13 by said
25 conveying means 21 and enters the superheated steam atmosphere in said drying enclosure 10 as it is conveyed to above said level 22.1 of the steam/air stratification layer seal, said level 22.1 being dictated as described in said Specification No. 2281383 by the level of a condenser 25 which receives the additional steam generated by the drying process taking place in said drying enclosure 10 through a vent 24 and converts it to condensate which is
30 then recovered through the condensate drain 26, whereby, in use, said additional steam received by said condenser 25 is kept at atmospheric pressure by means of a vent 27 through which any incondensable gases vented from the dryer with said additional steam

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

19

emerge and may either be included with the combustion air required by the combustor shown as 6 in FIG. 1 or released to atmosphere at said level 22.1, after scrubbing or any other cleansing process which may be necessary, while said condenser 25 is cooled by not shown passage of a cooling medium, preferably but not exclusively air or water, into, through and out of said condenser 25.

To prevent any steam or other gases which may descend from said drying enclosure 10 through said inlet duct 13 to below said level 22.1 of said steam/air stratification layer seal across said inlet duct 13 emerging to atmosphere through the open base 28 of said inlet duct 13, a portion of the combustion air required by the combustor 6 shown in FIG. 1 is drawn upwards through said open base 28 of said inlet duct 13 and leaves said inlet duct 12 through a vent 29 leading into said combustor 6 at said level 22.1, whereby, in use, any such steam and any other gases which may descend through said inlet duct 13 from said drying enclosure 10 are entrained into said combustor 6 with said portion of the combustion air instead of emerging to atmosphere through said open base 28 of said drying enclosure 10.

Referring to FIG. 4, there is shown diagrammatically a side view sectional representation of part of the material outlet end of said drying enclosure 10, showing an outlet duct 14 communicating with and joined in airtight manner to said drying enclosure 10, a transfer duct 15 communicating with and joined in airtight manner to said outlet duct 14 and communicating with and joined in airtight manner to an inlet duct 16 communicating with and joined in airtight manner to a processing enclosure 11, part of the material inlet end of said processing enclosure 11 being shown, conveying means 21 passing through said ducts 14, 15 and 16, and levels 22.1 and 22.2 of the steam/air and hot process gases/air stratification layer seals across said outlet duct 14 and said inlet duct 16 respectively, all generally as described by reference to FIG. 2, and dried material 23 being conveyed by said conveying means 21 from said drying enclosure 10, through said ducts 14, 15 and 16 into said processing enclosure 11.

To ensure that atmospheric pressure is maintained in said outlet duct 14, transfer duct 15 and inlet duct 16 and that air is present in them below the level of said stratification layer seals 22.1 and 22.2, and to prevent any steam or other gases which may descend from the drying enclosure 10 through said outlet duct 14 to below said level 22.1 of the steam/air stratification layer seal across said outlet duct 14 passing through said transfer duct 15 and said inlet duct 16 into said processing enclosure 11, and to prevent any hot process gases

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

20

which may descend from said processing enclosure 11 through said inlet duct 16 to below said level 22.2 of said hot process gases/air stratification layer seal across said inlet duct 16 passing through said transfer duct 15 and said inlet duct 16 into said drying enclosure 10, a further portion of combustion air is drawn upwards through an ambient air entry duct 29.1, passes upwards across said transfer duct 15 and through said conveying means 21 and said hot dried material 23 being transported by said conveying means 21, by upwards convection into an exhaust duct 30 leading into said combustor shown as 6 in FIG. 1 at said level 22.2, whereby, in use, any steam or other gases which may descend from said drying enclosure 10 through said outlet duct 14 into said transfer duct 15 and any hot process gases which may descend from said processing enclosure 11 through said inlet duct 16 into said transfer duct 15, together with any hot gases which may be emitted from said dried material 23 while said material is below said levels 22.1 and 22.2 of the said stratification layer seals, are entrained with said further portion of combustion air and ducted through said exhaust duct 30 into the said combustor 6 at said level of 22.2 across the said inlet duct 16.

Not shown thermocouples in said ambient air entry duct 29.1 and in said exhaust duct 30 control the opening of a damper 31 located in said exhaust duct 30, either by tending to open said damper 31 if the temperature in said ambient air entry duct 29.1 rises, indicating an outflow through said ambient air entry duct 29.1 of any hot gases which may be emitted from said dried material 23 being transported through said transfer duct 15 and/or of steam or of hot process gases moving downwards through said outlet duct 14 or said inlet duct 16 respectively, or by tending to close said damper 31 if the temperature in said exhaust duct 30 either falls, indicating that more air than is necessary is entering said ambient air entry duct 29.1 and passing upwards across said transfer duct 15 and through said conveying means 21 and said hot dried material 23 being transported by said conveying means 21, by upwards convection through said exhaust duct 30 leading said further portion of the combustion air to said combustor 6, or rises excessively, indicating that unwanted ignition of said hot dry material 23 is beginning to take place and requiring the fire to be extinguished by reducing the amount of air entering said ambient air entry duct 29.1, whereby, in use, the volume of air entering said ambient air entry duct 29.1 is sufficient, but not more than sufficient to entrain any hot gases which may be emitted from said dried material 23, any steam or other gases which might descend from said drying enclosure 10

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

21

and any hot process gases which might descend from said processing enclosure 11 through said exhaust duct 30 and into the said combustor 6.

Referring again to FIG. 4, additional hot process gases generated from said hot dry material 23 while it is being processed during its passage through the hot process gases contained in said processing enclosure 11 are emitted through a vent 32 shown leading downwardly from said processing enclosure 11 towards said level 22.2 of the hot process gases/air stratification layer seal across said inlet duct 16, whereby, in use, when commercially viable, condensable components in said additional hot process gases generated from said hot dry material 23 emitted through said vent 32 while said hot dry material 23 is being processed in said processing enclosure 11 are condensed in a condenser 33 and the condensate recovered as it emerges through a drain 34, while any incondensable components in said hot process gases are vented through a vent 35 into the said combustor 6 at said level 22.2 of the hot process gases/air stratification layer seal across said inlet duct 16 or, when such recovery of condensable components is not commercially viable, said condenser 33, drain 34 and vent 35 are omitted from the apparatus and said vent 32 arranged to deliver all of the said additional hot process gases generated from said hot dry material 23 into said combustor 6 at said level 22.2 of said hot process gases/air stratification layer seal across said inlet duct 16.

Again referring to FIG. 4, if more than one processing enclosure 11 is provided then the above description of the apparatus between said drying enclosure 10 and said processing enclosure 11 will apply except that, instead of a steam/air there will be a hot process gases/air stratification layer seal at a level corresponding to said level 22.2 across the outlet duct from any preceding processing enclosure and instead of steam or other gases it will be hot process gases which might descend through said outlet duct from each preceding processing enclosure to below said level 22.2, while instead of hot dry material, processed material will be passing through the outlet, transfer and inlet ducts located between each preceding and each successive processing enclosure.

Referring to FIG. 5, there is shown diagrammatically a side view sectional representation of part of the material outlet end of the last of the one or more said processing enclosures 11, showing an outlet duct 17 communicating with and joined in airtight manner to said last processing enclosure 11, a transfer duct 18 communicating with and joined in airtight manner to said outlet duct 17 and communicating with and joined in

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

22

airtight manner to said inlet duct 19 communicating with and joined in airtight manner to a cooling enclosure 12, part of the input end of said cooling enclosure 12 being shown, conveying means 21 conveying hot solid residues 23.1 from said processing enclosure 11, through said ducts 17, 18 and 19 and into said cooling enclosure 12, and levels 22.3 and 5 22.4 of the hot process gases/air and combustion gas/air, steam/air or inert gas/air stratification layer seals across said outlet duct 17 and said inlet duct 19 respectively, all generally as described by reference to Fig. 2, and hot solid residues 23.1 of the processed material being conveyed by said conveying means 21 from said processing enclosure 11, through said ducts 17, 18 and 19 into said cooling enclosure 12.

10 To ensure that atmospheric pressure is maintained in said outlet duct 17, transfer duct 18 and inlet duct 19 and that air is present in them below the level of said stratification layer seals 22.3 and 22.4, and to prevent any hot process gases which may descend from said processing enclosure 11 through said outlet duct 17 to below said level 22.3 of said process gases/air stratification layer seal across said outlet duct 17 passing through said 15 transfer duct 18 and said inlet duct 19 into said cooling enclosure 12, and to prevent any combustion gas, steam or other inert cooling gas which may descend from said cooling enclosure 12 through said inlet duct 19 to below said level 22.4 of said combustion gas, steam or other inert cooling gas/air stratification layer seal across said inlet duct 19 passing through said transfer duct 18 and said outlet duct 17 into said processing enclosure 11, a 20 further portion of combustion air is drawn upwards through an ambient air entry duct 29.2, passes upwards across said transfer duct 18 and through said conveying means 21 and said hot solid residues 23.1 being transported by said conveying means 21, by upwards convection into said exhaust duct 30.1 leading to the combustor shown as 6 in FIG. 1, whereby, in use, any hot process gases which may descend from said processing enclosure 25 11 through said duct 17 into said transfer duct 18 and any combustion gas, steam or other inert cooling gas which may descend from said cooling enclosure 12 through said duct 19 into said transfer duct 18, together with any hot process gases which may be emitted from said hot solid residues 23.1 while said hot solid residues are below the levels 22.3 and 22.4 of the said stratification layer seals, are entraining with said further portion of combustion 30 air and ducted through said exhaust duct 30 into said combustor 6 at said level 22.3 of said hot process gases/air stratification layer seal across the said inlet duct 16.

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

23

Not shown thermocouples in said air entry duct 29.2 and in said exhaust duct 30.1 control the opening of a damper 31.1 located in said exhaust duct 30.1, either by tending to open said damper 31.1 if the temperature in said ambient air entry duct 29.2 rises, indicating an outflow through said ambient air entry duct 29.2 of any hot process gases which may be emitted from said hot solid residues 23.1 being transported through said transfer duct 18 and/or of hot process gases and/or of steam and/or of said other inert cooling gas/air moving downwards through said outlet duct 17 and/or said inlet duct 19 respectively, or by tending to close said damper 31.1 if the temperature in said exhaust duct 30.1 either falls, indicating that more air than is necessary is entering through said ambient air entry duct 29.2 and passing upwards across said transfer duct 18 and through said conveying means 21 and said hot solid residues 23.1 being transported by said conveying means 21, by upwards convection through said exhaust duct 30.1 leading said further portion of the combustion air into said combustor 6 at said level 22.4, or rises excessively, indicating that unwanted ignition of said hot solid residues 23.1 is beginning to take place and requiring the fire to be extinguished by reducing the amount of air entering said ambient air entry duct 29.2, whereby, in use, the volume of air entering said ambient air entry duct 29.2 is sufficient, but not more than sufficient to entrain any hot process gases which may be emitted from said hot solid residues 23.1, any hot process gas which might descend from said processing enclosure 11 and any combustion gas, steam or other inert cooling gas which might descend from said cooling enclosure 12, and any combustion gas generated by any unwanted ignition of said hot solid residues 23.1, through said exhaust duct 30.1 and into said combustor 6.

Referring again to FIG. 5, when the atmosphere contained in said cooling enclosure 12 is combustion gas or other inert gas, if any additional hot process gases are generated from said hot solid residues 23.1 as they are cooled during their passage through said combustion gas or other inert cooling gas atmosphere contained in said cooling enclosure 12, a portion of any such additional hot process gases together with a portion of said cooling enclosure 12's combustion gas or other inert cooling gas atmosphere is emitted as a gaseous mixture through a vent 32.1 shown leading downwardly from said cooling enclosure 12 towards said level 22.4 of a combustion gas or other inert cooling gas/air stratification layer seal across said inlet duct 19, whereby, in use, any volume of said gaseous mixture emitted through said vent 32.1 equates to that of any said additional hot process gases generated from said hot solid residues 23.1.

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

24

Any components in any said volume of said gaseous mixture emitted through said vent 32.1 which are condensable at slightly below 100°C may either be condensed in a condenser or cooler 33.1 and the condensate recovered as it emerges through a drain 34.1, while the incondensable components in any said volume of said gaseous mixture emitted through said vent 32.1 may be vented through a vent 35.1 into said combustor 6 at said level 22.4 of said cooling gas/air stratification layer seal across said inlet duct 19, or said condenser or cooler 33.1, drain 34.1 and vent 35.1 may be omitted from said apparatus and any said volume of said gaseous mixture emitted through said vent 32.1 may then be vented directly into said combustor 6 at said level 22.4 of said cooling gas/air stratification layer seal across said inlet duct 19, whereby, in use, if any additional process gases are generated from said hot solid residues 23.1 as they are cooled during their passage through said combustion gas or other inert cooling gas atmosphere contained in said cooling enclosure 12, the combustion gas or other inert gas atmosphere in said cooling enclosure 12 contains an increasing proportion of said hot process gases.

Referring again to FIG. 5, when the atmosphere contained in said cooling enclosure is superheated steam, if any additional hot process gases are generated from said hot solid residues 23.1 as they are cooled during their passage through said combustion gas or other inert cooling gas atmosphere contained in said cooling enclosure 12, the additional steam generated from the atomised water injected into said cooling enclosure 12 as described by reference to FIG 9 and a portion of any such additional hot process gases are emitted as a gaseous mixture through said vent 32.1 shown leading downwardly from said cooling enclosure 12 towards said level 22.4 of a steam/air stratification layer seal across said inlet duct 19, whereby, in use, the volume of said gaseous mixture emitted through said vent 32.1 equates to that of said additional steam generated from the atomised water injected into said cooling enclosure 12 together with that of said portion of any such additional hot process gases generated from said hot solid residues 23.1.

Said additional steam together with any components in said portion of any such additional hot process gases emitted through said vent 32.1 which are condensable at or below 100°C may then be condensed in said condenser or cooler 33.1 and the condensate recovered as it emerges through a drain 34.1, while any components in any said portion of any such additional hot process gases emitted through said vent 32.1 which are incondensable at or below 100°C may then be vented through said vent 35.1 into said

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

25

combustor 6 at said level 22.4 of said cooling gas/air stratification layer seal across said inlet duct 19, whereby, in use, if any such additional hot process gases are generated from said hot solid residues 23.1 while said hot solid residues 23.1 are being cooled in said cooling enclosure 12, said superheated steam atmosphere in said cooling enclosure 12 will contain a small proportion of any such additional process gases.

Referring again to FIG's 4 and 5, when in practice there is no significant tendency for steam or other gases to pass from said drying enclosure 10 through said ducts 14, 15 and 16 respectively into said processing enclosure 11, or for hot process gases to pass from said processing enclosure 11 either through said ducts 16, 15 and 14 respectively into said drying enclosure 10 or through said ducts 17, 18 and 19 respectively into said cooling enclosure 12, or for combustion gas, steam or other inert cooling gas to pass from said cooling enclosure 12 through said ducts 19, 18 and 17 respectively into said processing enclosure 11, or such passage of gases or gas can be prevented by baffle or other means, said ambient air entry ducts 29 and/or 29.1, said exhaust ducts 30 and/or 30.1 and said dampers 31 and/or 31.1 and the procedures associated with them may be omitted, whereby, in use, the risk of unwanted ignition of said hot dry material 23 and/or of said hot solid residues 23.1 taking place during their conveyance by said conveying means 21 through said ducts 15 and/or 18 respectively may be eliminated.

Referring to FIG. 6, there is shown diagrammatically a side view sectional representation of part of the solid residues outlet end of the cooling enclosure 12 included in FIG. 2 showing an outlet duct 20 communicating with and joined in airtight manner to said cooling enclosure 12, conveying means 21 passing through said cooling enclosure 12 and conveying cooled solid residues 23.2 downwardly through said outlet duct 20 and into ambient air, and the level 22.4 of the steam/air or other inert gas/air stratification layer seal across said outlet duct 20.

Cooled solid residues 23.2 are conveyed downwards through said outlet duct 20 by said conveying means 21 and leave the combustion gas, superheated steam or other inert gas atmosphere in said cooling enclosure 12 as said cooled solid residues 23.2 move to below said level 22.4 of said combustion gas, steam or other inert gas/air stratification layer seal, whereby, in use, said level 22.4 is dictated by the level of the condenser or cooler 33.1 shown in, and described by reference to, FIG. 5.

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

26

To prevent any combustion gas, steam or other inert gas, or any additional hot process gases generated from the hot solid residues shown as 23.1 in Fig. 5 while they are being cooled in said cooling enclosure 12, which might descend from said cooling enclosure 12 through said outlet duct 20 to below said level 22.4 of the combustion gas, steam or other inert gas/air stratification layer seal across said outlet duct 20, emerging to atmosphere through the open base 28.1 of said outlet duct 20, a further portion of the combustion air required by the combustor shown as 6 in FIG. 1 is drawn upwards through said open base 28.1 of said outlet duct 20 and leaves it through a vent 29.3 leading to said combustor 6, whereby, in use, any such combustion gas, steam or other inert gas and any said additional hot process gases which might descend through said outlet duct 20 are entrained with said further portion of the combustion air into said combustor 6 instead of emerging to atmosphere through said open base 28.1.

Referring again to FIG's 3 and 6, when in practice there is no significant tendency for steam or other gases to pass from said drying enclosure 10 through said duct 13 and emerge to atmosphere, or for combustion gas, steam or other inert cooling gas to pass from said cooling enclosure 12 through said duct 20 and emerge to atmosphere, or such passage of steam or other gases can be prevented by baffle or other means, said vent 29 and/or said vent 29.3 and the respective procedures associated with them may be omitted, whereby, in use, the said basic form of continuous drying, processing and cooling apparatus according to the invention may be simplified.

Referring to FIG. 7, there is shown diagrammatically an end view sectional representation of the drying enclosure 10 containing, as the drying medium, an above 100°C superheated steam atmosphere created as described by reference to Fig. 1. Material 23 is conveyed through said drying enclosure 10 by conveying means 21 and dried in said superheated steam atmosphere in said drying enclosure 10 by recirculating said above 100°C superheated steam atmosphere over at least one indirect heater 7 (first mentioned by reference to FIG. 1) and through said material 23, as indicated by arrows within said drying enclosure 10, by means of a recirculation fan 36, whereby, in use, said at least one indirect heater 7 is heated by a portion of the hot combustion gases produced (as described hereafter) in the combustion chamber 37 of a combustor 6 (also first mentioned by reference to FIG. 1) being drawn from said combustion chamber 37 through an entry duct 38, said at least one indirect heater 7 and an exhaust duct 39, preferably but not

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

27

exclusively by an extraction fan 40, and the volume of said portion of said hot combustion gases drawn from said combustion chamber through said entry duct 38, said at least one indirect heater 7 and said exhaust duct 39 is controlled by at least one not shown damper in said exhaust duct 39.

5 As described by reference to FIG. 4, additional hot process gases and/or their incondensable components generated in at least one processing enclosure 11 are vented at atmospheric pressure towards or at the level 22.1 of said at least one processing enclosure 11's hot process gases/air stratification layer seal. Said additional hot process gases and/or their incondensable components are then ducted into said combustor 6 through an entry duct
10 41 and convect upwards past an adjustable damper 42 with a further portion, or a portion, of combustion air entering through the open base 43 of said combustor 6, whereby, in use, said additional hot process gases and/or their incondensable components and said further portion or portion of combustion air below said adjustable damper 42 and above said open base 43 of said combustor 6 are at atmospheric pressure.

15 Any portion and further portions of combustion air and other gases described by reference to FIG's 3, 4, 5, and 6 respectively, together with any additional combustion air required efficiently to combust any combustible components in said other gases, and said additional hot process gases and/or their incondensable components, enter said combustor 6 through a combustion air entry duct 44 and are mixed with said additional hot process gases
20 and/or their incondensable components and said further portion or portion of ambient air entering through said open base 43 of said combustor 6, above said damper 42 and below a grate 45. The resulting gaseous mixture then convects upwards through said grate 45 and into said combustion chamber 37 within which it is ignited and said hot combustion gases produced, whereby, in use, a damper 46 in said combustion air entry duct 44 limits the
25 amount of said additional combustion air entering said combustion air entry duct 44 to that required, with said portion and further portions or portion of combustion air, for efficient combustion of said additional hot gases and/or their incondensable components and of any combustible components in said other gas.

A further portion of said hot combustion gases produced in said combustion
30 chamber 37 may be drawn into and through one or more further entry ducts 38.1 leading to further, not shown apparatus in which the thermal energy in said further portion of said hot combustion gases may be employed, whereby, in use, the required drawing of said portion

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

28

and further portions of combustion air and other gases described by reference to FIG's 3, 4, 5, and 6 respectively, said any additional combustion air, said additional hot process gases and/or their condensable components and said further portion of ambient air entering through said open base 43 of said combustor 6 into said combustion chamber 37 results from the upwards convection of a remaining portion of said hot combustion gases from said combustion chamber 37 to atmosphere through a stack 47, said upwards convection being assisted if necessary by use of a fan indicated by 48 which may be located in said combustion air entry duct 44 and/or of a fan indicated by 49 which may be located in said stack 47.

Referring to FIG. 8, there is shown diagrammatically an end view sectional representation of a processing enclosure 11 containing, as the processing medium, a hot process gases atmosphere created as described by reference to Fig. 1.

Dried material 23 is conveyed through said processing enclosure 11 by conveying means 21 and processed in said hot process gas atmosphere by recirculating said hot process gas atmosphere over at least one indirect heater 7 (first mentioned by reference to FIG. 1) and through said material 23, as indicated by arrows within said processing enclosure 11, by means of a recirculation fan 50, whereby, in use, said at least one indirect heater 7 is heated as described by reference to FIG. 7, said hot process gases are heated to a temperature above that at which drying in superheated steam is proceeding in the drying enclosure shown as 10 in FIG. 7, said dried material 23 is processed and, as described in detail by reference to FIG. 4, additional hot process gases generated in said processing enclosure 11 are vented at atmospheric pressure from said processing enclosure 11 towards or at the level 22.2 of a hot process gases/air stratification layer seal.

Referring to FIG. 9, there is shown diagrammatically an end view sectional representation of a cooling enclosure 12 containing, as the cooling medium, a slightly above 100°C superheated steam atmosphere created as described by reference to Fig. 1.

As hot solid residues 23.1 are transported through said cooling enclosure 12 by conveying means 21, said slightly above 100°C superheated steam atmosphere is recirculated through said hot solid residues 23.1 as indicated by arrows shown within said cooling enclosure 12 by means of a recirculation fan 51, thereby cooling said hot solid residues 23.1 to slightly above 100°C and heating said superheated steam atmosphere by transfer of thermal energy from said hot solid residues 23.1, whereby, in use, said

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

29

superheated steam is again cooled to slightly above 100°C by the controlled injection of atomised water into said enclosure 12, preferably but not exclusively into the eye 52 of said recirculation fan 51, before said superheated steam atmosphere is again recirculated through said hot solid residues 23.1, and, as described in detail by reference to Fig. 5, the additional
5 steam generated from the said atomised water and any further hot process gases which may be emitted from the said hot solid residues during their passage through said cooling enclosure 12 are vented at atmospheric pressure into a condenser or cooler 33.1 located at the level 22.4 of a steam/air stratification layer seal.

Referring to FIG. 10, there is shown diagrammatically an end view sectional
10 representation of a cooling enclosure 12 containing, as the cooling medium, a slightly above 100°C combustion gas or another inert gas atmosphere created as described by reference to Fig. 1.

As hot solid residues 23.1 are transported through said cooling enclosure 12 by conveying means 21, said slightly above 100°C combustion gas or other inert gas
15 atmosphere is recirculated through said hot solid residues 23.1 as indicated by arrows shown within said cooling enclosure 12 by means of a recirculation fan 53, thereby cooling said hot solid residues 23.1 to slightly above 100°C and heating said combustion gas or other inert gas atmosphere by transfer of thermal energy from said hot solid residues 23.1, whereby, in use, said combustion gas or other inert gas atmosphere is again cooled to
20 slightly above 100°C by passage over a cooler 54 before said combustion gas or other inert gas atmosphere is again recirculated through said hot solid residues 23.1, said cooler 54 is kept cool by passage of a cooling medium, preferably but not exclusively air or water, into, through and out of said cooler 54 via an entry duct 55 and an exit duct 56, and, as described in detail by reference to FIG. 5, a volume of gas equivalent to that of any gases which may
25 be emitted from said hot solid residues during their passage through said cooling enclosure 12 is vented at atmospheric pressure into a condenser or cooler 33.1 located at the level 22.4 of a combustion gas or other inert gas/air stratification layer seal.

In any embodiment of the present invention described by reference to FIG's 1 to 10 any said conveying means 21 descending through the outlet duct 14, 17 or 20 of any of said
30 drying, processing and cooling enclosures 10, 11 and 12 respectively may be omitted if the material being dried, processed or cooled can without damage be allowed to slide or fall out of such enclosure through any said outlet duct 14, 17 or 20 either onto conveying means 21

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

30

located in any or all of the transfer ducts 15 and 18 or through the outlet duct 20 first described by reference to FIG 2.

Referring to FIG. 11, there is shown diagrammatically a side view sectional representation of an alternate apparatus according to the invention comprising at least one drying, processing and cooling enclosure 60, each said drying, processing and cooling enclosure 60 having a recirculation path indicated by arrows 61 within which an indirect heater 62, a recirculation fan 63, at least one container 64 and an atomised water injection nozzle 65 are located, said injection nozzle 65 being able, for example, to direct atomised water preferably but not exclusively into the eye of said recirculation fan 63, whereby, in use, said at least one container 64 is loaded with moist material and inserted into said drying, processing and cooling enclosure 60 through a not shown access door which is then closed in airtight manner. Said moist material is then dried and processed and its solid residues cooled by first recirculating indirectly heated superheated steam through said moist material in order to dry it, then recirculating hot process gases indirectly heated to a higher temperature through the thus dried material in order advantageously to alter its physical properties and/or its chemical composition while recovering or usefully combusting components emitted from it as gases and then recirculating an inert cooling gas through the resulting solid residues in order to cool them, all generally as described by reference to FIG. 1, whereby, in use, instead of said material being transported by conveying means first into and out of a drying enclosure 1, then into and out of a processing enclosure 2 and then, as solid residues, into and out of a cooling enclosure 3 as described by reference to FIG. 1, the drying, processing and cooling phases take place sequentially within said drying, processing and cooling enclosure 60 from which, when the cooling phase is complete, said not shown access door is opened, said at least one container 64 and said solid residues contained in it are removed from said drying, processing and cooling enclosure 60 and replaced by a further at least one container 64 loaded with moist material inserted into said drying, processing and cooling enclosure 60 through said not shown access door which is then closed in airtight manner, enabling the next drying phase to commence.

A vent 66 leads excess gases generated during the drying, cooling and processing phases respectively out of said drying, processing and cooling enclosure 60 towards a valve or damper 71, which directs said excess gases either via a duct 67 leading directly to atmosphere in not shown manner or into and through an optional condenser 68, or via a

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

31

duct 69 leading into and through a combustor 70 leading to atmosphere, whereby, in use, atmospheric pressure is effectively maintained in said drying, processing and cooling enclosure 60 and, when no toxic or combustible emissions are present in said excess gases, said valve or damper 71 directs said excess gases vented from said drying, processing and cooling enclosure 60 via said duct 67 either directly to atmosphere or indirectly to atmosphere through said optional condenser 68, or, when toxic or combustible emissions are present in said excess gases, either via said duct 67 indirectly to atmosphere through said optional condenser 68 or via said duct 69 through said combustor 70.

Referring to FIG. 12, there is shown diagrammatically a plan view representation of a form of said alternative apparatus according to the invention comprising, by way of example when the combined duration of said drying and cooling phases is less than three times as long as the duration of the generation of excess process gases from said dried material during said processing phase, four drying, processing and cooling enclosures 60.1, 60.2, 60.3 and 60.4 with access doors 72.1, 72.2, 72.3 and 72.4 respectively able to be closed in airtight manner are provided, each of said four drying, processing and cooling enclosures 60.1, 60.2, 60.3 and 60.4 being as described by reference to FIG. 11, whereby, in use, by sequentially starting the drying phase in each of said four enclosures 60.1, 60.2, 60.3 and 60.4 respectively when less than two thirds of said combined duration of said drying and cooling phases has elapsed, the durations of the generation of excess process gases from said dried material during the processing phases taking place in at least two of said enclosures 60.1, 60.2, 60.3 and 60.4 overlap, thus ensuring that said excess process gases, when combustible, can be vented continuously into a preferably but not exclusively common combustor 70 in which said excess process gases can be continuously and cleanly combusted and from which the continuously produced combustion gases can be ducted through a duct 74, either through at least two not shown indirect heaters, one such indirect heater being located in each of said enclosures 60.1, 60.2, 60.3 and 60.4, to provide at least some of the thermal energy required by the drying and processing phases taking place sequentially in at least two of said enclosures 60.1, 60.2, 60.3 and 60.4 or, if not so required, either to provide at least some of the thermal energy required by an external process or to atmosphere, while, as described by reference to FIG. 11, if toxic emissions are not present in the excess gases generated and vented (as described below) during the drying and cooling phases, said excess gases may either be vented directly to atmosphere or into an

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

32

optional common condenser 68, but if toxic emissions are present in said excess gases then said excess gases are vented into said condenser 68 to enable said toxic emissions to be cooled and condensed and the condensate and any incondensable gases emerging from said condenser 68 ducted through a duct 73 and de-toxified, whereby, as an alternative to
 5 venting said excess gases containing toxic emissions into said condenser 68, said excess gases may be vented into said combustor 70 and said toxic emissions destroyed by combusting them therein.

Vents 66.1, 66.2, 66.3 and 66.4 respectively lead excess gases generated during the drying, processing and cooling phases respectively out of said drying, processing and
 10 cooling enclosures 60.1, 60.2, 60.3 and 60.4 respectively via ducts 67.1, 67.2, 67.3 and 67.4 respectively either in not shown manner directly to atmosphere or into said optional common condenser 68 from which the condensate and any incondensable gases emerging from said condenser 68 are ducted through a duct 73, or via ducts 69.1, 69.2, 69.3 and 69.4
 15 respectively leading to a common combustor 70 from which the combustion gases are ducted through a duct 74, whereby, in use, valves or dampers 71.1, 71.2, 71.3 and 71.4 respectively direct excess gases vented from said drying, processing and cooling enclosures 60.1, 60.2, 60.3 and 60.4 during their respective drying and cooling phases via said ducts 67.1, 67.2, 67.3 and 67.4 respectively leading either in not shown manner to atmosphere or
 20 into said optional common condenser 68, or direct excess process gases vented during their respective processing phases from said drying, processing and cooling enclosures 60.1, 60.2, 60.3 and 60.4 via said ducts 69.1, 69.2, 69.3 and 69.4 respectively into said common combustor 70.

Referring again to FIG. 12, by way of example and on the basis that the sequenced starting of each new drying phase in said drying, processing and cooling enclosures 60.1,
 25 60.2, 60.3 and 60.4 respectively is in reverse order to their numerical sequence, the first half of a drying phase is taking place in said enclosure 60.1 and the second half in said enclosure 60.2, their said valves or dampers 71.1 and 71.2 respectively being positioned to direct the excess gases being vented from them to atmosphere via the said ducts 67.1 and 67.2 respectively and said optional common condenser 68, a processing phase is taking place in
 30 said enclosure 60.3 and its said valve or damper 71.3 is positioned to direct the said excess process gases being vented from it to atmosphere via the said duct 69.3 and said common combustor 70, and a cooling phase is taking place in said enclosure 60.4 and its said valve

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

33

or damper 71.4 is positioned to direct the excess gases being vented from it to atmosphere via the said duct 67.4 and said optional common condenser 68.

When the second half of the drying phase taking place in said enclosure 60.2 has been completed, its said valve or damper 71.2 is adjusted to close the entry to said duct 67.2 and open the entry to said duct 69.2 and the processing phase in said enclosure 60.2 and the venting of excess process gases from said enclosure 60.2 into said combustor 70 via said duct 69.2 commences, and when the processing phase taking place in said enclosure 60.3 and the cooling phase taking place in said enclosure 60.4 have both been completed, the injection of atomised water into said enclosure 60.4 ceases, its not shown recirculation fan is turned off and the injection of atomised water into said enclosure 60.3 commences to initiate said enclosure 60.3's cooling phase, while the first half of the drying phase taking place in enclosure 60.1 becomes the second half of the drying phase.

Said access door 72.4 is then be opened, said at least one container in said enclosure 60.4 with its load of cooled solid residues is removed and replaced by at least one container loaded with moist material and said access door 72.4 is closed, following which a new first half of a drying phase commences in said enclosure 60.4.

When following the above the second half of the drying phase taking place in said enclosure 60.1 has been completed, the above procedure is repeated analogously to maintain the continuous sequenced drying, processing and cooling of moist materials as described by reference to FIG's 11 and 12.

Referring to FIG. 13, there is shown diagrammatically a side view sectional representation a further alternate apparatus for continuous processing of moist materials according to the invention comprising a loading enclosure 80, a drying enclosure 81, at least one processing enclosure 82, a cooling enclosure 83 and an unloading enclosure 84, said loading enclosure 80, drying enclosure 81, at least one processing enclosure 82, cooling enclosure 83 and unloading enclosure 84 being separable from each other by means of preferably sliding, and when closed airtight separation doors 85, 86, 87 and 88 and said loading enclosure 80 and said unloading enclosure 84 respectively being separable from the exterior of said further alternate apparatus by means of preferably sliding, and when closed airtight access doors 89 and 90 respectively. A container 91 holding moist material is shown awaiting loading, a container 92 holding moist material is shown in said loading enclosure 80, containers 93 and 94 holding material being dried are shown in said drying

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

34

enclosure 81, containers 95 and 96 holding dried material being processed are shown in said at least one processing enclosure 82, containers 97 and 98 holding solid residues being cooled are shown in said cooling enclosure 83, a container 99 holding cooled solid residues is shown in said unloading enclosure 84 and container 100 holding cooled solid residues is shown subsequent to unloading.

Each said drying, processing and cooling enclosure 81, 82 and 83 has a separate, not shown recirculation path passing through it and the material in said containers 93 and 94, 95 and 96 and 97 and 98 respectively as described by reference to FIG 11, except that said drying and processing enclosures 81 and 82's recirculation paths may include a not shown common indirect heater and only the separate recirculation path passing through said cooling enclosure 84 includes an atomised water injection nozzle, whereby, in use, containers loaded with moist material are conveyed sequentially by not shown conveying means first through said preferably sliding and when closed airtight access door 89 into said loading enclosure 80, then through said preferably sliding and when closed airtight separation door 85 into said drying enclosure 81 within which said moist material is dried, then through said preferably sliding and when closed airtight separation door 86 into said processing enclosure 82 within which said dried material is processed, then through said preferably sliding and when closed airtight separation door 87 into said cooling enclosure 83 within which said solid residues are cooled, then through said preferably sliding and when closed airtight separation door 88 into said unloading enclosure 84 and then through said preferably sliding and when closed airtight access door 90, whereby each said door opens before and closes in airtight manner after each said container passes through it and, when at least one container remains and the dried material in it continues to be processed in said processing enclosure, the venting into a combustor of the excess gases generated from said dried material being processed (as described by reference to FIG's 11 and 12) enables the thermal energy generated by their combustion to provide at least some of the thermal energy required for the drying and processing of said moist materials.

In any embodiment of the present invention any reagent or reagents may be added to the superheated steam and/or hot process gases contained in or being recirculated through said drying and processing enclosures 10 and 11 respectively, and/or to the combustion gas, superheated steam or other inert gas contained in said cooling enclosure 12 first described by reference to FIG 2, and/or to the gases recirculating in any of the drying, processing and

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

35

cooling enclosures described by reference to FIG's 11, 12 and 13, preferably but not exclusively by injection into the eye of any of the said recirculation fans 50, 51 and 53 described by reference to FIGs 8, 9 and 10 respectively, or of any recirculation fan referred to by reference to FIG's 11, 12 and 13, whereby, in use, the addition of any such reagent or reagents serves to enhance the value of said material while said material is being dried and processed or of said solid residues while said solid residues are being cooled, and/or which accelerates or otherwise improves the drying or processing of said material or the cooling of said solid residues.

By way of example, if the solid residues to be produced are charcoal, steam may be added to said hot process gases recirculating in any processing enclosure described by reference to FIG's 1, 2, 9, 12, whereby, in use, the addition of said steam serves to accelerate the carbonisation of said dried organic material, and said charcoal may then be activated during the final stage of its processing phase by injecting and then recirculating superheated steam containing a portion of sulphuric acid through said charcoal at an elevated temperature, whereby, in use, said portion of sulphuric acid may be recovered for re-use by venting said superheated steam containing said portion of sulphuric acid into either the condenser or cooler 33.1 shown in FIG. 5 or in the condenser 68 shown in FIG's 11 and 12 or into a separate, not shown condenser.

In any embodiment of the present invention the thermal energy transferred into any cooling medium employed to cool any or all of the gases recirculated through or vented into any of the condensing or cooling means herein described may be recovered for re-use, for example for space or any other heating purpose, whereby, in use, such re-use of thermal energy serves to enhance the viability of drying and processing said material and/or cooling said solid residues in any apparatus according to the invention herein described.

In any embodiment of the present invention at least a portion of said process gases or excess process gases vented from any of said processing enclosures or of said drying, processing and cooling enclosures may be employed as a fuel to generate electricity in a gas turbine or other internal combustion engine and the thermal energy then contained in the exhaust from any said gas turbine or other internal combustion engine may be employed to heat any of said drying or processing enclosures and/or any of said drying, processing and cooling enclosures, or for space or any other heating purpose, whereby, in use, such use of the combustion energy in said portion of said process gases or excess process gases serves

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

36

to enhance the viability of drying and processing said material and/or cooling said solid residues in any apparatus according to the invention herein described.

In any embodiment of the present invention herein described, microwave or radio-frequency energy may be employed to pre-heat the moist material prior to or immediately following its entry into any said drying or drying, processing and cooling enclosure and/or to dry said moist material in any said drying or drying, processing and cooling enclosure, whereby, in use, the duration of the drying phase in any said enclosure is significantly reduced.

In those embodiments of the present invention described by reference to FIG's 1 to 10 an inert gas other than steam having, at either slightly above 100°C or at below 100°C, a density greater than that of ambient air, may be employed as the cooling medium being recirculated through said cooling enclosure 12 and may be cooled, and may cool said hot solid residues, to below 100°C, whereby, in use, said cooling enclosure 12 is located below the level 22.3 described by reference to FIG. 5 of the hot process gases/air stratification layer seal below said at least one processing enclosure 11 and, when at said either slightly above or said below 100°C temperature the density of said inert gas other than steam is greater than that of ambient air, the hot solid residues inlet duct 19 is rearranged to lead downwardly into said cooling enclosure 12 and the cooled solid residues outlet duct 20 described by reference to FIG. 6 is rearranged to lead upwardly instead of downwardly from said cooling enclosure 12 and instead of the level 22.4 being that of a steam or other inert gas/air stratification layer seal it is that of an air/inert gas other than superheated steam stratification layer seal.

By way of example, at 100°C and atmospheric pressure argon has a density of 1.3048 grams/litre and air at an ambient temperature of 20°C has a density of 1.2046 grams/litre, so if argon was the inert gas other than steam then its density at slightly above 100°C and at below 100°C would be greater than that of ambient air.

The methods and apparatus for processing moist material in superheated steam and other gases herein described may, when commercially advantageous, be combined, whereby, in use, moist material may, for example, be dried continuously in drying enclosure 10 in FIG. 2, then as dried material loaded into containers and processed and cooled as described by reference to FIG's 11 and 12.

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

37

CLAIMS

1. A method of processing organic material comprising heating the organic material to a temperature exceeding 100°C in an atmosphere comprising at least one of superheated steam, a hot inert gas, hot air and hot process gases, and subsequently cooling the heated organic material in an atmosphere comprising at least one of superheated steam and an inert gas.
2. A method according to Claim 1, further comprising an initial step of drying the organic material in an atmosphere comprising superheated steam.
3. A method according to Claim 1 or Claim 2, wherein the organic material is heated indirectly by heating the atmosphere in which the organic material is located.
4. A method according to any one of the preceding claims, wherein a proportion of the gases produced upon heating of the organic material is collected.
5. A method according to Claim 4, wherein at least some of the collected gases are combusted and used in the heating of subsequent organic material.
6. A method according to any one of the preceding claims, wherein the inert gas of the atmosphere in which the organic materials are cooled comprises superheated steam.
7. A method according to Claim 6, wherein the temperature of the superheated steam is controlled by supplying a controlled quantity of atomised water thereto.
8. A method according to any one of the preceding claims, wherein the method is a continuous process in which organic material is passed into a processing enclosure in which heating occurs and subsequently moves into a cooling enclosure in which the organic material's solid residues are cooled.

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

38

9. A method according to Claim 8, wherein the material enters and exits the enclosures through ducts which extend downwardly from the enclosures, temperature/density differential stratification layers forming in the ducts serving to form seals substantially preventing the entry or exit of gases to or from the enclosures through the ducts.

5

10. A method according to any one of Claims 1 to 7, wherein the method is a batch method in which organic material is placed into a controlled environment, and is heated and subsequently cooled by supplying appropriate gases at appropriate temperatures to the environment.

10

11. A method according to Claim 10, wherein at least some of the gases produced in the heating of the organic material is collected.

12. A method according to Claim 11, wherein the method is a sequenced batch method, at least one further controlled environment being provided and arranged such that the gases collected from one environment are used in the heating of another said environment.

13. A method of processing organic material substantially as hereinbefore described with reference to any of the accompanying drawings.

20

14. A processing apparatus for use in the processing of organic material comprising a processing enclosure, means for heating the atmosphere within the processing enclosure, a cooling enclosure, conveying means for conveying organic material into and through the processing and cooling enclosures, and seal means for restricting the movement of gases into, from or between said enclosures.

25

15. An apparatus according to Claim 14, wherein the seal means comprises ducts extending downwardly from the processing and cooling enclosures and through which organic materials pass into and out of the enclosures, temperature/density differential stratification layers forming in the ducts, in use, to form seals substantially preventing the flow of gases into or out of said enclosures along said ducts.

30

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

39

16. An apparatus according to Claim 14 or Claim 15, further comprising a drying enclosure through which organic material passes prior to entering the processing enclosure.

17. An apparatus according to any one of Claims 14 to 16, further comprising at least one additional processing enclosure.

18. An apparatus according to any one of Claims 14 to 17, further comprising collection means whereby at least a proportion of the gases produced upon heating of the organic material is collected.

10

19. A processing apparatus for use in the processing of organic material comprising a processing and cooling enclosure, means for controlling the atmosphere within the processing and cooling enclosure, and seal means for restricting the movement of gases into or from the processing and cooling enclosure.

15

20. An apparatus according to Claim 19, wherein the means for controlling comprises a recirculation path, heater means for heating the gases passing along the recirculation path, and valve means to allowing the removal, replacement or substitution of gases.

21. An apparatus according to Claim 19 or Claim 20, wherein the seal means comprise mechanical seals.

22. An apparatus according to any one of Claims 19 to 21, further comprising at least one further processing and cooling enclosure, and wherein gases removed from one of the processing and cooling enclosures are used in the heating of at least one other processing and cooling enclosure.

23. A processing apparatus for organic material substantially as hereinbefore described with reference to any of the accompanying drawings.

30

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

1 / 7

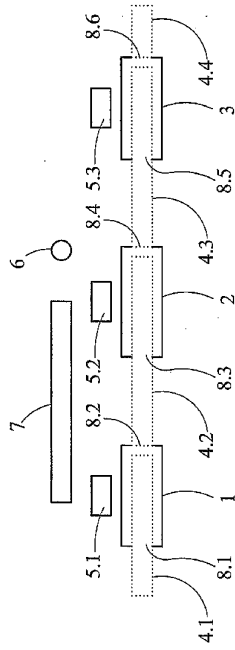


FIG 1

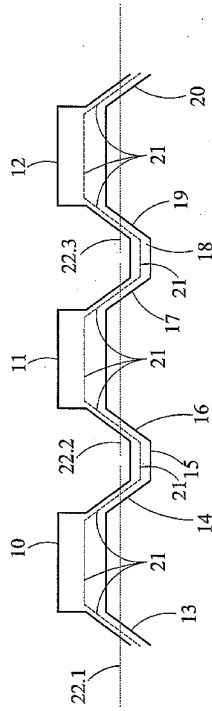
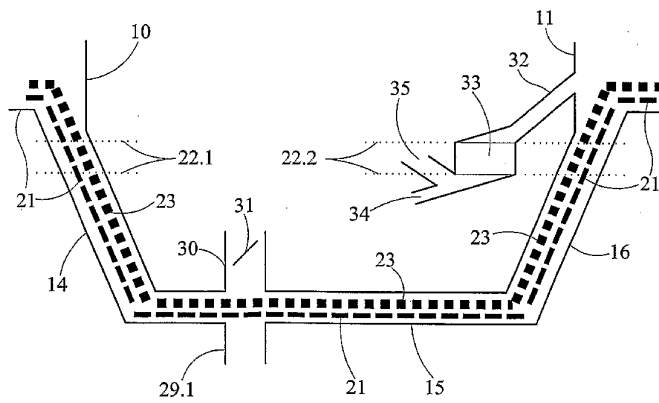
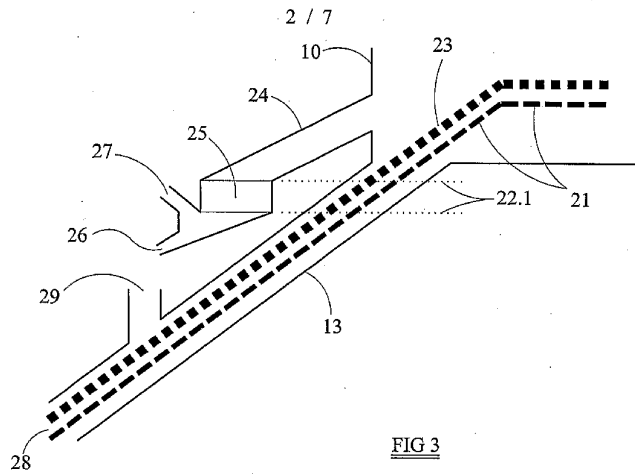


FIG 2

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

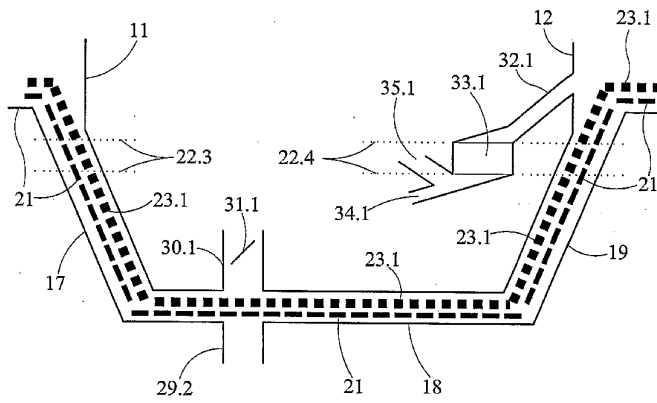
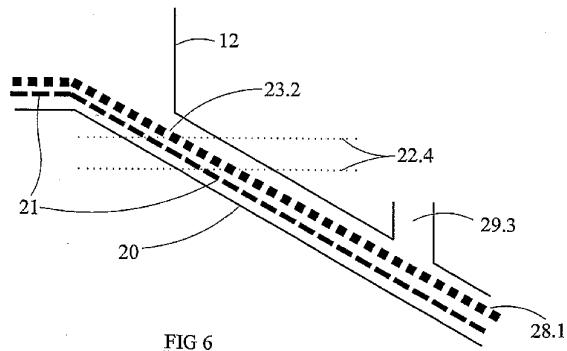


SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

3 / 7

FIG 5FIG 6

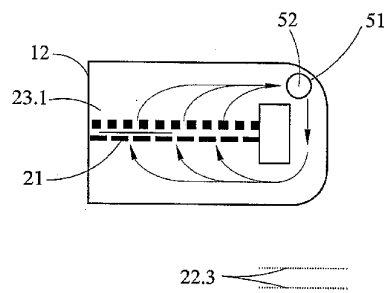
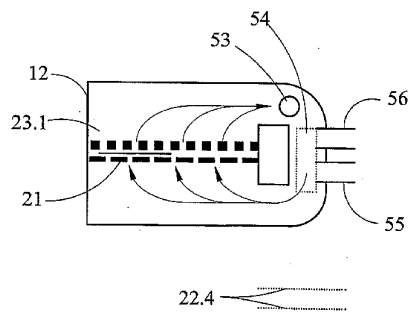
SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

FIG 8

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

5 / 7

FIG 9FIG 10

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

6 / 7

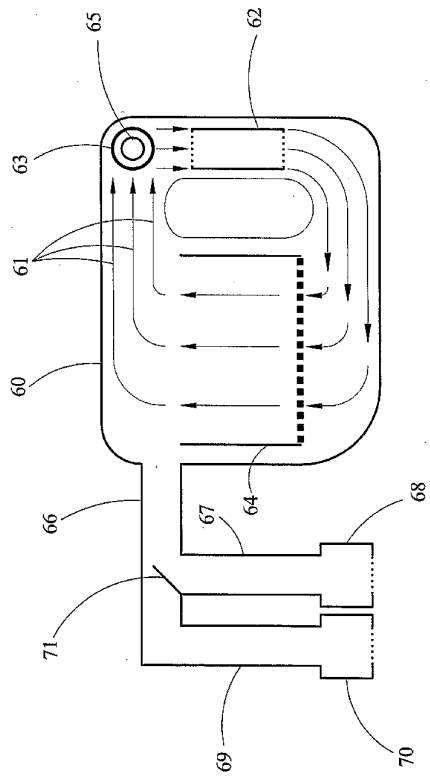
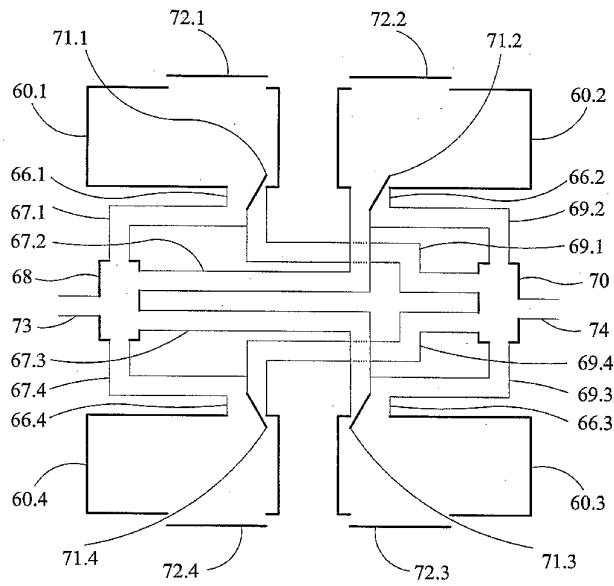
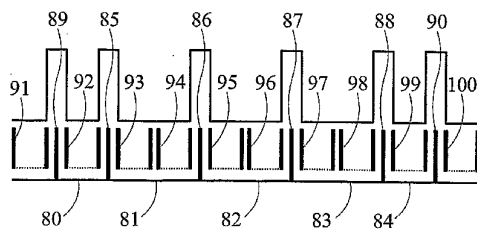


FIG 11

WO 03/014644

PCT/GB02/01497

7 / 7

FIG 12FIG 13

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

【手続補正書】

【提出日】平成15年10月2日(2003.10.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

有機物質の処理方法であって：

過熱蒸気と高温不活性ガスと高温空気と高温処理ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気、有機物質を通してもしくはその周りで、再循環することによって、100より高温まで、有機物質を加熱する工程と；

前記有機物質の加熱の後に残る固体残渣が、過熱蒸気と不活性ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気中で冷却されている、前記固体残渣を冷却する工程とを含むことを特徴とする処理方法。

【請求項2】

過熱蒸気を含む雰囲気中で有機物質を乾燥するのを最初の工程としてさらに含むことを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】

最初の乾燥工程が行われている雰囲気中の一部分が抜き出される請求項2記載の方法。

【請求項4】

有機物質が配置された雰囲気を間接加熱することによって、有機物質が加熱される請求項1から3いずれかひとつに記載の方法。

【請求項5】

有機物質の加熱時に生成されるガスを含む雰囲気の一部が抜き出される請求項1から4いずれかひとつに記載の方法。

【請求項6】

有機物質の加熱時に生成されるガスを含む雰囲気の前記一部分が抜き出された後に残る固体残渣を通してもしくはその周りで、過熱蒸気と不活性ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気を再循環することによって、前記固体残渣が冷却される請求項1から5いずれかひとつに記載の方法。

【請求項7】

固体残渣が冷却されている雰囲気が過熱蒸気を含み、噴霧化された水を、その量を制御して、過熱蒸気に供給することによって過熱蒸気の温度が制御される請求項6記載の方法。

【請求項8】

固体残渣が冷却されている雰囲気の一部が抜き出される請求項6または7記載の方法。

【請求項9】

抜き出されたひとつまたは複数の雰囲気におけるガスの少なくとも一部が燃焼されてそのまま加熱目的を果たす請求項5または8記載の方法。

【請求項10】

抜き出されたひとつまたは複数の雰囲気におけるガスの少なくとも一部が冷却され凝縮されて、続いて行われる加熱またはそれ以外の目的を果たす請求項3、5、8および9いずれかひとつに記載の方法。

【請求項11】

処理方法が連続処理法で、この連続処理法において、有機物質が処理包囲体内に流れて、この処理包囲体において加熱が行われ、これに続いて有機物質が冷却包囲体内に移動し、この冷却包囲体において有機物質の固体残渣が冷却される、請求項1から10いずれかひとつに記載の方法。

【請求項12】

包囲体から下向きに延びる管を通して有機物質が包囲体に入ったりし、さらに管内に温度/密度差層が形成され、温度/密度差層が機能して形成されたシールにより、ガスが実質的に、管を通して包囲体に入ったりしないようにする請求項 11 記載の方法。

【請求項 13】

処理方法がバッチ法で、このバッチ法において、制御された処理環境を含む包囲体内に有機物質が配され、この処理環境に適切なガスを適切な温度で供給することにより、有機物質が加熱され、これに続いて冷却される請求項 1 から 10 いずれかひとつに記載の方法。

【請求項 14】

処理方法がシーケンスバッチ法で、少なくとも 1 個の別の制御された処理環境が提供され、一方の処理環境からのひとつまたは複数の雰囲気中のガスの少なくとも一部が抜き出されてもう一方の処理環境の加熱に使用されるように調整されている請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】

添付のどの図であってもそれを参照してほぼ明細書で説明したように有機物質を処理する方法。

【請求項 16】

有機物質の処理に使用する処理装置であって：

処理包囲体と；

100 より高温まで処理包囲体内に配置された有機物質を加熱するために、過熱蒸気と高温不活性ガスと高温空気と高温処理ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気を、前記有機物質を通してまたはその周りで、再循環する手段と；

冷却包囲体と；

冷却包囲体内の前記有機物質の固体残渣を冷却するために、過熱蒸気と不活性ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気を再循環する手段と；

処理包囲体と冷却包囲体に入ってそこを通して有機物質を搬送する搬送手段と；

ガスが、それぞれの前記包囲体内に入ってそこから出てまたは前記包囲体どうしの間で移動することを制限するシール手段とを備えることを特徴とする処理装置。

【請求項 17】

シール手段が、処理包囲体と冷却包囲体とからそれぞれ下向きに延びる管から構成され、これらの管を通して有機物質やその固体残渣がそれぞれ前記包囲体に入っておよびそこから出て流れ、さらに管内に温度/密度差層が形成され、適用に際し、ガスが実質的に、前記管に沿って前記包囲体に入っているいはそこから出て流れないようにする請求項 16 記載の装置。

【請求項 18】

乾燥包囲体をさらに備え、有機物質が処理包囲体に入る前にこの乾燥包囲体を通して流れる、請求項 16 または 17 記載の装置。

【請求項 19】

乾燥包囲体ベント手段をさらに備え、これによって、乾燥包囲体内の雰囲気の一部が抜き出せるようになっている、請求項 18 記載の装置。

【請求項 20】

少なくとも 1 個の追加処理包囲体をさらに備える請求項 16 から 19 いずれかひとつに記載の装置。

【請求項 21】

処理包囲体ベント手段をさらに備え、これによって、有機物質の加熱時に生成されるガスを含む雰囲気の一部が抜き出されるようになっている請求項 16 から 20 いずれかひとつに記載の装置。

【請求項 22】

冷却包囲体ベント手段をさらに備え、これによって、冷却包囲体内の雰囲気の一部が抜き出せるようになっている請求項 16 から 21 いずれかひとつに記載の装置。

【請求項 23】

有機物質の処理に使用する処理装置であって：

処理および冷却包囲体と；

処理および冷却包囲体内に配置された有機物質を100より高温まで加熱するために、過熱蒸気と高温不活性ガスと高温空気と高温処理ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気、有機物質を通してまたはその周りで、再循環できるように、そして前記有機物質を冷却するために、過熱蒸気と不活性ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気を、有機物質を通してまたはその周りで、再循環できるように、処理および冷却包囲体内の雰囲気を制御する手段と；

ガスが、処理および冷却包囲体内に入ってからそこから出て移動することを制限するシール手段とを備えることを特徴とする処理装置。

【請求項24】

過熱蒸気を含む雰囲気中で、前記処理および冷却包囲体内の有機物質を乾燥する最初の工程が行われることを可能とする手段をさらに備える請求項23記載の装置。

【請求項25】

制御する手段が、再循環経路と、この再循環経路に沿って流れるガスを加熱する加熱器手段と、ガスの取り出し、取り替え、あるいは置換を可能にするバルブ手段とを備える請求項23または24記載の装置。

【請求項26】

シール手段がメカニカルシールで構成される請求項23から25いずれかひとつに記載の装置。

【請求項27】

少なくとも1個の追加処理および冷却包囲体をさらに備え、ひとつの処理および冷却包囲体から取り出されたガスが、少なくとも1個の他の処理および冷却包囲体の加熱に使用されることを特徴とする請求項23から26いずれかひとつに記載の装置。

【請求項28】

再循環しているひとつもしくはそれより多くの雰囲気に、少なくともひとつの試薬を添加する手段をさらに備える請求項16から27いずれかひとつに記載の装置。

【請求項29】

添付のどの図であってもそれを参照してほぼ明細書で説明したように有機物質を処理する方法。

【請求項30】

有機物質を処理するのに使用する処理装置であって：

処理および冷却包囲体と；

処理および冷却包囲体内の雰囲気を制御する手段と；

処理および冷却包囲体に入るまたはそこから出るガスの移動を制限するシール手段とを備え

制御する手段が、再循環経路と、処理中に再循環経路に沿って流れるガスを加熱する加熱器手段と、ガスの取り出し、取り替え、あるいは置換を可能にするバルブ手段とを備えることを特徴とする処理装置。

【請求項31】

シール手段がメカニカルシールで構成される請求項30記載の装置。

【請求項32】

少なくとも1個の別の処理および冷却包囲体をさらに備え、処理および冷却包囲体の1個から取り出されたガスが、少なくとも1個の別の処理および冷却包囲体の加熱に使用される請求項30または31記載の装置。

【請求項33】

有機物質を乾燥する手段をさらに備える請求項30から32いずれかひとつに記載の装置。

【請求項34】

捕集手段をさらに備え、有機物質の加熱時に生成される複数種のガスについて、少なくと

もその一部分を捕集する請求項 30 から 33 いずれかひとつに記載の装置。

【請求項 35】

再循環経路に沿って流れるガスを冷却する冷却手段をさらに備える請求項 30 から 34 いずれかひとつに記載の装置。

【請求項 36】

有機物質を処理するのに使用する処理装置であって：

処理包囲体と；

処理包囲体内の雰囲気を加熱する手段と；

冷却包囲体と；

処理包囲体と冷却包囲体とそれぞれに入ってそこを通過して有機物質を搬送する搬送手段と；

ガスが、それぞれの前記包囲体に入ってそこから出てまたは前記包囲体どうしの間で移動することを制限するシール手段と；

ガスの取り出し、取り替え、あるいは置換を可能にするバルブ手段とを備え、加熱する手段が再循環経路と再循環経路に沿って流れるガスを加熱する加熱器手段とを備えることを特徴とする処理装置。

【請求項 37】

シール手段が、処理包囲体と冷却包囲体とからそれぞれ下向きに延びる管から構成され、これらの管を通過して、有機物質が処理包囲体に入って流れ固体残渣が処理包囲体から出て冷却包囲体に入ってそこから出て流れ、さらに管内に温度/密度差層が形成され、適用に際し、ガスが実質的に、前記管に沿って前記包囲体に入ってあるいはそこから出て流れないようにするシールを形成する請求項 36 記載の装置。

【請求項 38】

乾燥包囲体をさらに備え、有機物質が処理包囲体に入る前にこの乾燥包囲体を通過して流れる、請求項 36 または 37 記載の装置。

【請求項 39】

少なくとも 1 個の追加処理包囲体をさらに備える、請求項 36 から 38 いずれかひとつに記載の装置。

【請求項 40】

捕集手段をさらに備え、有機物質の加熱時に生成されるガスの少なくとも一部分を捕集する請求項 36 から 39 いずれかひとつに記載の装置。

【請求項 41】

冷却包囲体内の雰囲気を冷却する冷却手段をさらに備え、この冷却手段が、再循環経路に沿って流れるガスを冷却するように、および/またはある量の噴霧化された水を冷却包囲体に送り出すように調整されている請求項 36 から 40 いずれかひとつに記載の装置。

【請求項 42】

有機物質の処理方法であって：

有機物質を処理包囲体内に配置する工程と；

再循環経路と、再循環経路に沿って流れるガスを加熱するように設けられた加熱器手段と、ガスの取り出し、取り替え、あるいは置換を可能にするバルブ手段とを通過して、過熱蒸気と高温不活性ガスと高温空気と高温処理ガスとからの少なくともひとつを再循環することによって、過熱蒸気と高温不活性ガスと高温空気と高温処理ガスとから前記の少なくともひとつを含む雰囲気中で、100 より高温まで有機物質を加熱する工程と；

この工程に続いて、過熱蒸気と不活性ガスとから少なくともひとつを含む雰囲気中で、加熱された有機物質の固体残渣を冷却する工程とを含むことを特徴とする処理方法。

【請求項 43】

過熱蒸気を含む雰囲気中で、有機物質を乾燥する最初の工程をさらに含む、請求項 42 記載の方法。

【請求項 44】

有機物質が配置されている雰囲気を加熱することによって、有機物質が間接的に加熱され

る請求項 4 2 または 4 3 記載の方法。

【請求項 4 5】

有機物質の加熱時に生成されるガスの一部分が捕集される請求項 4 2 から 4 4 いずれかひとつに記載の方法。

【請求項 4 6】

捕集されたガスの少なくとも一部が、次に続く有機物質の加熱時に、燃焼され使用される請求項 4 5 記載の方法。

【請求項 4 7】

有機物質の固体残渣が冷却されている雰囲気の不活性ガスが、過熱蒸気を含む請求項 4 2 から 4 6 いずれかひとつに記載の方法。

【請求項 4 8】

噴霧化された水を、その量を制御して、過熱蒸気に供給することによって過熱蒸気の温度が制御される請求項 4 7 記載の方法。

【請求項 4 9】

処理方法が連続処理法で、この連続処理法において、有機物質が処理包囲体内に流れて、この処理包囲体において加熱が行われ、これに続いて有機物質が冷却包囲体内に移動し、この冷却包囲体において有機物質の固体残渣が冷却される、請求項 4 2 から 4 8 いずれかひとつに記載の方法。

【請求項 5 0】

包囲体から下向きに延びる管を通して有機物質またはその固体残渣が包囲体に入出入りし、さらに管内に温度/密度差層が形成され、温度/密度差層が機能して形成されたシールにより、ガスが実質的に、管を通して包囲体に入出入りしないようにする請求項 4 8 記載の方法。

【請求項 5 1】

処理方法がバッチ法で、このバッチ法において、制御された処理環境を含む包囲体内に有機物質が配され、この処理環境に適切なガスを適切な温度で供給することにより、有機物質が加熱され、これに続いて有機物質の固体残渣が冷却される請求項 4 2 から 4 8 いずれかひとつに記載の方法。

【請求項 5 2】

有機物質の加熱時に生成されるガスの少なくともその一部を捕集する請求項 5 1 記載の装置。

【請求項 5 3】

処理方法がシーケンスドバッチ法で、少なくとも 1 個の別の制御された処理環境が提供され、ひとつの処理環境から捕集されたガスが、もうひとつの前記処理環境の加熱に使用される請求項 5 2 記載の方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		PCT/GB 02/01497
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F26B21/06 F26B21/14		
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) IPC 7 F26B		
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 practical, search terms used)		
EPO-internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 786 426 A (ARIMPEX SARL) 2 June 2000 (2000-06-02)	1, 3, 4, 10, 11, 13, 14, 16-19, 21, 23 2, 5, 12, 15, 22
Y	the whole document	
X	FR 2 781 180 A (FOURS ET BRULEURS REY) 21 January 2000 (2000-01-21) the whole document	1, 3, 4, 14, 16-21
X	WO 97 07373 A (TASA JORI ; VALMET CORP (FI); KOTIRANTA TONI (FI); STEVERS JAN HENR) 27 February 1997 (1997-02-27)	1, 3, 10, 13, 19, 20
A	the whole document	2
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *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) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention *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 *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, each combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
12 June 2002		20/06/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 16 Patentkan 2 NL - 2000 HV The Hague Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3010		Authorized officer SILVIS, H

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/GB 02/01497

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 720 969 A (MONTORNES HERVE) 15 December 1995 (1995-12-15)	19,20
A	the whole document	1,4-7, 10,11
Y	GB 2 281 383 A (HEAT WIN LTD) 1 March 1995 (1995-03-01) cited in the application	1,3,4,6, 8,9,12, 13,15, 19,20,22
A	the whole document	14,15,18
Y	US 2 978 528 A (HEAP) 4 April 1961 (1961-04-04)	1,3,4,6, 8,9,13, 19,20
A	the whole document	14,15
Y	US 4 026 037 A (BUCHHOLZ ADOLF) 31 May 1977 (1977-05-31) the whole document	2
Y	US 5 263 266 A (SCHMIDT ALFRED) 23 November 1993 (1993-11-23) the whole document	5
A	US 1 566 275 A (HARRISON JAMES M) 22 December 1925 (1925-12-22) the whole document	9,15
A	WO 98 37371 A (LVI INSINOEOERITOIMISTO KEIJO ;SAARENPAEAE KEIJO (FI)) 27 August 1998 (1998-08-27)	
A	WO 00 67970 A (MIERTSCH ROBERT CHARLES ;LANSELL PETER VERNON (AU); REEVES VAUGHAN) 16 November 2000 (2000-11-16)	

Form PCT/GB 02/01497 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/GB 02/01497

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
FR 2786426	A	02-06-2000	FR	2786426 A1		02-06-2000
FR 2781180	A	21-01-2000	FR	2781180 A1		21-01-2000
			AU	4789399 A		07-02-2000
			BR	9912160 A		11-12-2001
			EP	1099084 A1		16-05-2001
			WO	0004328 A1		27-01-2000
WO 9707373	A	27-02-1997	FI	953913 A		22-02-1997
			WO	9707373 A1		27-02-1997
FR 2720969	A	15-12-1995	FR	2720969 A1		15-12-1995
GB 2281383	A	01-03-1995	AT	159807 T		15-11-1997
			AU	676764 B2		20-03-1997
			AU	7502494 A		21-03-1995
			BR	9407630 A		28-01-1997
			CN	1133086 A ,B		09-10-1996
			CZ	9600573 A3		17-07-1996
			DE	69406546 D1		04-12-1997
			DE	69406546 T2		14-05-1998
			EP	0714498 A1		05-06-1996
			ES	2111325 T3		01-03-1998
			FI	960842 A		23-02-1996
			WO	9506229 A1		02-03-1995
			HU	75449 A2		28-05-1997
			JP	9502252 T		04-03-1997
			NO	960677 A		26-02-1996
			NZ	271404 A		24-02-1997
			PL	313164 A1		10-06-1996
			RO	116124 B1		30-10-2000
			RU	2127857 C1		20-03-1999
			SG	45235 A1		16-01-1998
			US	5711086 A		27-01-1998
			ZA	9406035 A		20-03-1995
US 2978528	A	04-04-1961	GB	798291 A		16-07-1958
US 4026037	A	31-05-1977	US	4121350 A		24-10-1978
			US	4127946 A		05-12-1978
US 5263266	A	23-11-1993	AT	399044 B		27-03-1995
			AT	122588 A		15-07-1994
			WO	8911072 A1		16-11-1989
			AU	626872 B2		13-08-1992
			AU	3572989 A		29-11-1989
			BR	8907425 A		02-04-1991
			DE	58902304 D1		22-10-1992
			DK	268090 A		08-11-1990
			EP	0420859 A1		10-04-1991
			JP	4501599 T		19-03-1992
			NO	176372 B		12-12-1994
US 1566275	A	22-12-1925	NONE			
WO 9837371	A	27-08-1998	FI	101423 B1		15-06-1998
			WO	9837371 A1		27-08-1998

Form PCT/ISA/210 (applicant family annex) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/GB 02/01497

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0067970 A	16-11-2000	WO AU 0067970 A1 4275500 A	16-11-2000 21-11-2000

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
F 2 6 B 9/06	F 2 6 B 21/04	A
F 2 6 B 21/04	B 0 9 B 3/00	3 0 3 H

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH, GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,PL,PT,RO,R U,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZW

(71)出願人 504054343

トーマス、ジョン、スタッピング

THOMAS JOHN STUBBING

イギリス国シュロップシャー、ルドロウ、ベタレイ、スポウト、ハウス

(74)代理人 100075812

弁理士 吉武 賢次

(74)代理人 100091982

弁理士 永井 浩之

(74)代理人 100096895

弁理士 岡田 淳平

(74)代理人 100117787

弁理士 勝沼 宏仁

(72)発明者 トーマス、ジョン、スタッピング

イギリス国シュロップシャー、ルドロウ、ピタレイ、スポウト、ハウス

F ターム(参考) 3L113 AA01 AB02 AC03 AC05 AC20 AC53 AC77 BA01 CA08 DA03
 4D004 AA01 AA04 AA07 AA12 AB01 CA22 CA32 CA42 CB36 CB37
 CB45 CC02 CC03 DA03 DA06
 4H015 AA01 AA02 AA03 AA04 AA12 AA13 AA17 AB01 BA03 BA04
 BB02 BB03 BB04 CB01