

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5502656号  
(P5502656)

(45) 発行日 平成26年5月28日(2014.5.28)

(24) 登録日 平成26年3月20日(2014.3.20)

(51) Int.Cl. F 1  
F 2 6 B 17/32 (2006.01) F 2 6 B 17/32 G

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-187509 (P2010-187509)	(73) 特許権者	000165273 月島機械株式会社 東京都中央区晴海三丁目5番1号
(22) 出願日	平成22年8月24日(2010.8.24)	(74) 代理人	100082647 弁理士 永井 義久
(65) 公開番号	特開2012-47361 (P2012-47361A)	(72) 発明者	片岡 正樹 東京都中央区佃2丁目17番15号 月島 機械株式会社内
(43) 公開日	平成24年3月8日(2012.3.8)	(72) 発明者	諏訪 聡 東京都中央区佃2丁目17番15号 月島 機械株式会社内
審査請求日	平成25年2月27日(2013.2.27)	(72) 発明者	松田 圭祐 東京都中央区佃2丁目17番15号 月島 機械株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 間接加熱型回転乾燥機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸心周りに回転され、一端側から被処理物を装入し他端側からこの被処理物を排出し得る回転筒と、

前記回転筒の軸心と並行に前記回転筒内にそれぞれ配置されて回転筒内の被処理物を加熱する複数の加熱管と、

前記回転筒内に設けられて、前記回転筒の内部空間を前記回転筒の軸心に沿ってそれぞれ延びる複数の小空間に分割する複数の分割壁と、

を備えたことを特徴とする間接加熱型回転乾燥機。

【請求項2】

被処理物を前記回転筒内に装入する装入装置と、

この装入装置と前記回転筒との間の隙間を封止するシール部に対応する大きさで回転筒の軸心近傍に配置された円筒状の中央カバーと、

を有し、

各分割壁が、前記中央カバーの外周面と回転筒の内周面との間を結ぶことを特徴とする請求項1記載の間接加熱型回転乾燥機。

【請求項3】

前記中央カバーが、被処理物を回転筒内に装入する装入装置の近傍まで延長され、

延長された中央カバーの外周面に回転筒の内周面に達するスクリー状の羽根を設置し

10

20

スクリー状の羽根が設置された中央カバーの部分を一部削除する切欠部を設けることを特徴とする請求項 2 に記載の間接加熱型回転乾燥機。

【請求項 4】

前記回転筒の半径の 15% 以上の長さだけ回転筒の軸心から離れた位置に、回転筒の軸心と並行に各加熱管が配列されることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 項に記載の間接加熱型回転乾燥機。

【請求項 5】

分割壁内或いは中央カバー内に熱媒体を供給することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載の間接加熱型回転乾燥機。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、被処理物と接触しない加熱管を少なくすると共に、充填率を高めても回転のための動力を少なくして省エネルギー化を図った間接加熱型回転乾燥機に関し、被処理物を乾燥又は冷却する装置に適用可能なものである。

【背景技術】

【0002】

間接加熱型回転乾燥機であるスチーム・チューブ・ドライヤ（以下適宜STDとも言う）においては、10mから30mの長さを有した回転自在な回転筒を備え、この回転筒を回転させながらその一端側から装入した被処理物を他端側から排出させる過程で、乾燥用外熱としての加熱蒸気により回転筒内で乾燥させるものである。

20

具体的には、熱媒体としてスチームなどが送り込まれた加熱管に、被処理物とされる湿潤粉体または粒状粉体などを接触させることで乾燥させながら、回転筒の回転につれて排出口に順次移動させながらこの被処理物を連続的に乾燥させるようになっている。

【0003】

そして、この間接加熱型回転乾燥機においては、大型化が可能であると共に間接加熱型のディスクドライヤより安価であり、運転操作が容易でメンテナンス箇所が少なく、所要動力が少ないことから、従来から各方面においてこの間接加熱型回転乾燥機が被処理物を乾燥又は冷却する装置として使用されている。

【0004】

30

図 11 に示す従来例の間接加熱型回転乾燥機における回転筒 110 の内部には、回転筒の軸心と並行に複数の加熱管 111 が配列されている。

しかし、被処理物 H を装入する位置の関係から回転筒内における被処理物 H の充填率（回転筒内に滞留している被処理物の容積 / 回転筒内容積）の上限値は、概略 30% であった。この為、被処理物 H と接触して加熱に寄与している加熱管 111 A は少なく、これら加熱に寄与している加熱管 111 A の割合は、加熱管 111 の全体の内の 30% 程度であった。

この結果、被処理物 H と接触しない加熱管 111 B の存在や、接触する加熱管 111 A であっても回転筒の軸心近くの加熱管は被処理物 H との接触時間が短いことなどから、従来の装置では加熱管 111 が有効に利用されているとは言えなかった。

40

【0005】

さらに、被処理物の充填率の上限値は上記のように概略 30% であるので、加熱管を回転筒内の中心近傍に配列しても、被処理物と接触することがほとんど無いため、従来の装置においては回転筒の軸心近傍には加熱管が配列されておらず、非効率で経済性が低かった。

他方、被処理物と加熱管との接触面積を増やすために、被処理物の充填率を増加することも検討されているが、この場合には、回転筒内で被処理物を掻き上げるための動力が増加する結果となり、エネルギー効率が悪く、やはり経済性が低かった。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

## 【0006】

【特許文献1】特開2001-91160号公報

【特許文献2】特開昭59-69683号公報

【特許文献3】特開平4-7810号公報

【特許文献4】特開2005-16898号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

この一方、軸心周りに回転自在な回転筒に熱風又は冷風を直接供給し被処理物を乾燥又は冷却するような特許文献に挙げられた直接式回転乾燥装置又は直接式回転冷却装置においては、略扇形に回転筒内を分割する分割壁を設けるものもあった。 10

しかし、これら回転乾燥装置等においては、乾燥能力又は冷却能力である $haD$  ( $ha$ : 熱容量係数、 $D$ : 回転乾燥装置等の内径) が一定であることから、回転筒内に分割壁を設けるのに伴い $D$ を小さくし $ha$ を増加させることで、伝熱効率の向上を図ることが目的であり、本願の間接加熱型回転乾燥機との関係は薄かった。

## 【0008】

本発明は上記事実を考慮し、被処理物と接触しない加熱管を少なくすると共に、充填率を高めても回転のための動力を少なくして省エネルギー化を図った間接加熱型回転乾燥機を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】 20

## 【0009】

請求項1に係る間接加熱型回転乾燥機は、軸心周りに回転され、一端側から被処理物を装入し他端側からこの被処理物を排出し得る回転筒と、

前記回転筒の軸心と並行に前記回転筒内にそれぞれ配置されて回転筒内の被処理物を加熱する複数の加熱管と、

前記回転筒内に設けられて、前記回転筒の内部空間を前記回転筒の軸心に沿ってそれぞれ延びる複数の小空間に分割する複数の分割壁と、

を備えたことを特徴とする。

## 【0010】

請求項1に係る間接加熱型回転乾燥機の作用を以下に説明する。 30

本請求項の間接加熱型回転乾燥機では、軸心周りに回転される回転筒の一端側から被処理物を装入し、この回転筒の他端側からこの被処理物を排出する。この際、回転筒の軸心と並行に回転筒内にそれぞれ配置される複数の加熱管が、回転筒内の被処理物を加熱する。但し、本請求項では、複数の分割壁が回転筒内に設けられるのに伴い、この複数の分割壁が、回転筒の内部空間を回転筒の軸心に沿ってそれぞれ延びる複数の小空間に分割する構造とされている。

## 【0011】

複数の分割壁を設けて回転筒内を複数の小空間に分割した構造にするのに伴い、被処理物を各小空間に分散して回転筒内に供給できるようになる。この結果として、被処理物の充填率を高めることができ、より多くの加熱管に被処理物が接触するようになって加熱管の有効利用が図れる一方、同一量の被処理物を処理する場合には、回転筒を小型化でき間接加熱型回転乾燥機のコストダウンに繋がる。 40

また、被処理物が各小空間に分散して供給されることで、充填率を高めても被処理物が各小空間内で移動するのみであり、回転筒内で被処理物を掻き揚げる動力が小さくなると共に、各小空間内の被処理物の重量がバランスするのに伴い、回転筒を回転するのに必要な動力を少なくすることができる。

## 【0012】

以上より、本請求項によれば、充填率を高めて被処理物と接触しない加熱管を少なくするだけでなく、充填率を高めても動力を少なくして省エネルギー化が図られて高い経済性を有する間接加熱型回転乾燥機となる。 50

## 【 0 0 1 3 】

請求項 2 に係る間接加熱型回転乾燥機の作用を以下に説明する。

本請求項に係る間接加熱型回転乾燥機は請求項 1 と同一の作用を奏する。但し、本請求項では、被処理物を前記回転筒内に装入する装入装置と、

この装入装置と前記回転筒との間の隙間を封止するシール部に対応する大きさと回転筒の軸心近傍に配置された円筒状の中央カバーと、

を有し、前記各分割壁が、中央カバーの外周面と回転筒の内周面との間を結ぶという構成を有している。

## 【 0 0 1 4 】

加熱管を回転筒の軸心近傍まで配列することは伝熱面積の増加には寄与するものの、被処理物を回転筒内に装入する装入装置に対してこの加熱管が干渉することになる。このため、加熱管を装入装置の近傍で曲げるなどして、装入装置と干渉しないようにする必要があり、間接加熱型回転乾燥機の製造コストの上昇に繋がるおそれがある。

10

## 【 0 0 1 5 】

これに対して、本請求項によれば、分割壁が単に設けられるだけでなく、装入装置と回転筒との間の隙間を封止するシール部に対応する大きさの中央カバーを回転筒の軸心近傍に配置し、分割壁が中央カバーの外周面と回転筒の内周面との間を結ぶ構造とされて、各小空間の横断面が略扇形に閉鎖された形とされている。この結果、加熱管を装入装置の近傍で曲げるなどの複雑な構造をとることなく、各小空間内の加熱管と被処理物が接触しないデッドスペースを減らし、接触効率を向上させることができる。また装入装置と干渉し

20

## 【 0 0 1 6 】

請求項 3 に係る間接加熱型回転乾燥機の作用を以下に説明する。

本請求項に係る間接加熱型回転乾燥機は請求項 2 と同一の作用を奏する。但し、本請求項では、中央カバーが、被処理物を回転筒内に装入する装入装置の近傍まで延長され、

延長された中央カバーの外周面に回転筒の内周面に達するスクリー状の羽根を設置し、

スクリー状の羽根が設置された中央カバーの部分を一部削除する切欠部を設けるとい

30

## 【 0 0 1 7 】

つまり、本請求項によれば、スクリー状の羽根が設置された部分の中央カバーの一部を削除した切欠部を設け、この切欠部を介して分割された各小空間内に被処理物を供給すると共に、回転筒の回転に伴うスクリー状の羽根の回転により小空間の奥側に送り込むことで、回転筒の回転に伴って、各小空間内に被処理物がほぼ均一入るようになる。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 4 に係る間接加熱型回転乾燥機の作用を以下に説明する。

本請求項に係る間接加熱型回転乾燥機は請求項 1 から請求項 3 と同一の作用を奏する。但し、本請求項では、回転筒の半径の 15% 以上の長さだけ回転筒の軸心から離れた位置に、回転筒の軸心と並行に各加熱管が配列されるという構成を有している。

40

## 【 0 0 1 9 】

従来技術の装置においては、被処理物の充填率の上限値が概略 30% (回転筒の半径の概略 30% 以上の位置まで) であるので、加熱管を回転筒内の中心近傍に配列しても、被処理物と接触することがほとんど無いこと、あるいは回転筒 1 回転当たりの被処理物との接触時間が短いこと効果が少ないことから、回転筒の半径の 30% 以下の軸心近傍に加熱管が配列されていなかった。しかし、本請求項によれば、上記のように、回転筒の半径の 15% の大きさ (装入装置と回転筒との間の隙間を封止するシール部に対応する大きさ) 以上の長さだけ回転筒の軸心から離れた位置であれば、回転筒の軸心近傍にまで加熱管を配列しても被処理物との接触できるようになった結果、被処理物に対する加熱処理の一層の効率化が図られるようになった。

50

## 【 0 0 2 0 】

請求項 5 に係る間接加熱型回転乾燥機の作用を以下に説明する。

本請求項に係る間接加熱型回転乾燥機は請求項 1 から請求項 4 と同一の作用を奏する。但し、本請求項では、分割壁内或いは中央カバー内に熱媒体を供給するという構成を有している。

## 【 0 0 2 1 】

つまり、本請求項によれば、分割壁内或いは中央カバー内に熱媒体を供給することで、加熱管だけでなく、分割壁や中央カバーによっても被処理物が加熱されるようになる結果、加熱効率が向上するようになる。

## 【 発明の効果 】

10

## 【 0 0 2 2 】

以上に示したように本発明によれば、被処理物と接触しない加熱管を少なくすると共に、充填率を高めても回転のための動力を少なくして省エネルギー化を図った間接加熱型回転乾燥機を提供することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 3 】

【 図 1 】本発明の第 1 の実施の形態に係る回転式加熱処理装置の一部破断した斜視図である。

【 図 2 】本発明の第 1 の実施の形態に係る回転式加熱処理装置の正面部分断面図である。

【 図 3 】本発明の第 1 の実施の形態に係る回転式加熱処理装置に適用される回転筒の横断面図である。

20

【 図 4 】本発明の第 2 の実施の形態に係る回転式加熱処理装置の装入装置周辺を示す断面図である。

【 図 5 】本発明の第 3 の実施の形態に係る回転式加熱処理装置に適用される回転筒の横断面図である。

【 図 6 】本発明の第 3 の実施の形態に係る回転式加熱処理装置に適用される中央カバーの一端側寄りの斜視図である。

【 図 7 】本発明の第 3 の実施の形態に係る回転式加熱処理装置に適用される中央カバーの一端側寄りの展開図である。

【 図 8 】本発明の第 3 の実施の形態に係る回転式加熱処理装置における中央カバーの外径と回転筒の内径の比と実接触面積割合の関係を表わすグラフを示す図である。

30

【 図 9 】水分と蒸発能力との関係を表わすグラフを示す図である。

【 図 10 】実接触面積割合と全体蒸発速度の関係を表わすグラフを示す図である。

【 図 11 】従来例の実施の形態に係る回転式加熱処理装置に適用される回転筒の横断面図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 4 】

本発明に係る間接加熱型回転乾燥機の第 1 の実施の形態を、以下に図面を参照しつつ説明する。

本実施の形態を説明するに先立って、理解を深めるために本発明の実施の形態を含むスチーム・チューブ・ドライヤともされる間接加熱型回転乾燥機の図 1 及び図 2 に示す実施例を例として、本実施の形態の全体構成について予め説明する。

40

## 【 0 0 2 5 】

< 間接加熱型回転乾燥機の全体構成 >

図 1 及び図 2 に示すこの間接加熱型回転乾燥機 1 は、軸心 C 周りに回転自在とされる回転筒 10 内において、両端板間に軸心 C と並行に複数の加熱管 11 が配管されていて、回転継手 60 に取付けられた熱媒体入口管 61 を通して、これらの加熱管 11 に熱媒体としての加熱蒸気 K J が供給され、各加熱管 11 に流通された後、熱媒体出口管 62 を介してこの加熱蒸気 K J のドレンが排出されるようになっている。

## 【 0 0 2 6 】

50

そして、被処理物Hを回転筒10内に装入する為にスクリー22等を有した装入装置20がこの間接加熱型回転乾燥機1には備えられている。この装入装置20の挿入口21より回転筒10内にその一端側から投入された被処理物Hである湿潤粉体または粒状粉体などを、加熱蒸気KJにより加熱した加熱管11と接触させて乾燥させるようになる。これとともに回転筒10が下り勾配をもって設置されていることで、排出口12方向に順次円滑に移動させて、回転筒10の他端側からこの被処理物Hを連続的に排出させるようになっている。

【0027】

図1に示されるように、回転筒10は基台31の上に設置され、回転筒10の軸心Cと並行に相互に間隔を置いて配された2組の支承ローラ30, 30によって、タイヤ14を介して支承されている。回転筒10の下り勾配および直径に合わせて2組の支承ローラ30, 30間の幅およびそれらの長手方向傾斜角度が選択される。

10

【0028】

一方、回転筒10を回転させるために、回転筒10の周囲には、従動ギア50が設けられており、これに駆動ギア53が噛合し、原動機51の回転力が減速機52を介して伝達され、回転筒10の軸心C回りに回転するようになっている。さらに、回転筒10の内部には、キャリアガス入口71からキャリアガスCGが導入され、これらキャリアガスCGは被処理物Hである湿潤粉体または粒状粉体に含有される水分が蒸発した蒸気を同伴してキャリアガス排出口70より排出される。

【0029】

なお、上記間接加熱型回転乾燥機1の全体構成は一例であり、本発明は上記構成により限定されるものではない。

20

【0030】

<分割壁の構造>

図3に示すように、回転筒10の内部空間を軸心Cに沿ってそれぞれ延びる複数である4つの分割壁16が、回転筒10の軸心Cと直交する断面においてそれぞれ均等の角度で軸心Cで交わるように回転筒10内壁に配置されている。これらの分割壁16によって回転筒10の内部空間を軸心Cに沿ってそれぞれ延びる回転筒10の軸心Cと直交する断面が略扇形の複数である4つの小空間Kに分割する。なお、本実施例において分割数を4としたが、これに限定されることはなく、3分割以上が可能であればよい。

30

【0031】

図2に示すように、各分割壁16は、被処理物Hを装入する装入装置20の近傍から回転筒10の軸方向に被処理物Hを排出する排出口12の近傍までの区間Sの間に連続して設置され、各小空間Kも同様の範囲に位置している。尚、分割壁16のうち、装入装置20の近傍部分には、本実施の形態のようにスクリー状に形成した羽根16Aを有することが各小空間Kへ被処理物Hを供給する上で好ましい。

【0032】

<加熱管の配管構造>

他方、各加熱管11は、図3に示すように回転筒10の両端部の端板間に4つの小空間Kに分かれて配置されているが、本実施の形態では、回転筒10の半径R1に対して15%以上の長さR2だけ回転筒10の軸心Cから少なくとも離れた回転筒10内の位置に、これら加熱管11は回転筒10の軸心Cとそれぞれ並行に延びるように、例えば3列配列されている。そして、これらの加熱管11に熱媒体として加熱蒸気KJを供給し、図3に示す矢印方向の回転に伴って、回転筒10内において被処理物Hと熱交換することで、加熱管11が被処理物Hを加熱乾燥している。

40

【0033】

次に、本実施の形態に係る間接加熱型回転乾燥機1の作用を以下に説明する。

本実施の形態の間接加熱型回転乾燥機1では、図1及び図2に示すように被処理物Hを回転筒10内に装入するための装入装置20が回転筒10の一端側にあり、軸心C周りに回転自在とされるこの回転筒10の一端側から被処理物Hを装入し、この回転筒10の他

50

端側からこの被処理物Hを排出する。この際、回転筒10の軸心Cに対して並行に回転筒10内にそれぞれ配置される加熱管11が、回転筒10内の被処理物Hを加熱する。

【0034】

なお、本実施の形態では、図3に示す4つの分割壁16が回転筒10内に設けられていて、この分割壁16が、回転筒10の軸心C近傍と回転筒10の内周側との間を結ぶ構造とされている。これに伴い、回転筒10の横断面において略扇形に分割するように、回転筒10の内部空間を回転筒10の軸心Cに沿ってそれぞれ延びる4つの小空間Kに、この4つの分割壁16が分割する構造とされている。

【0035】

このように、4つの分割壁16を設けて回転筒10内を4つの小空間Kに分割した構造にするのに伴い、被処理物Hを各小空間Kに分散して回転筒10内に供給できるようになる。この結果、被処理物Hの充填率を高めることができ、より多くの加熱管11に被処理物Hが接触するようになって加熱管11の有効利用が図れる一方、同一量の被処理物Hを処理する場合には、回転筒10を小型化でき間接加熱型回転乾燥機1のコストダウンに繋がる。

10

【0036】

すなわち、加熱管11の内の被処理物Hと接触して加熱に寄与している加熱管11が、概略50%以上と多くすることができ、乾燥能力の向上が図れるようになる。さらに、図3に示すように回転筒10の上部においても、回転筒10の軸心近傍に配列された加熱管11と被処理物Hが接触するようになることから、従来の装置と同じ大きさの間接加熱型

20

【0037】

また、被処理物Hが各小空間Kに分散して供給されることで、充填率を高めても被処理物Hが各小空間K内で移動するのみであり、回転筒10内で被処理物Hを掻き揚げる動力が小さくなると共に、各小空間K内にそれぞれ被処理物Hが供給されることで、回転筒10の図3に示す回転断面において被処理物Hが分散して存在するため、回転筒10を回転させるために必要な動力を少なくすることができる。

【0038】

このことから、本実施の形態では、従来の装置の2倍以上の充填率で運転する事が可能であり、従来の装置に比較して加熱管11と被処理物Hとの接触面積を増加できる。これに伴い、減率乾燥区間を含んで被処理物Hを乾燥する際に、減率乾燥は時間支配なので一定の滞留時間を必要とするが、本実施の形態では充填率の向上が図れるので、減率乾燥区間の間接加熱型回転乾燥機1の大きさを低減できる。

30

以上より、本実施の形態によれば、充填率を高めて被処理物Hと接触しない加熱管11を少なくするだけでなく、充填率を高めても動力を少なくして省エネルギー化が図られて高い経済性を有する間接加熱型回転乾燥機1となる。

【0039】

次に、本発明に係る間接加熱型回転乾燥機1の第2の実施の形態を、図4および図5に基づき以下に説明する。尚、第1の実施の形態で説明した部材には同一符号を付して重複した説明を省略する。

40

本実施の形態に係る間接加熱型回転乾燥機1は、第1の実施の形態とほぼ同様な構造とされていて、加熱管11、4つの分割壁16によって区切られた4つの小空間K等を同様に有している。

但し、本実施の形態では、図4に示すように加熱管11の配列の他、装入装置20の挿入口21やキャリアガス入口71が第1の実施の形態と若干相違している。

【0040】

ここで、第1の実施の形態のように加熱管11を回転筒10の軸心C近傍まで配列することは、被処理物Hと加熱管11の接触面積の増加には寄与するものの、被処理物Hを装入する装入装置20に対し、この加熱管11が干渉する。このため、第1の実施の形態に

50

おいては、加熱管 11 を装入装置 20 の近傍で曲げるなどして、装入装置 20 と干渉しないようにする必要がある。

【0041】

そこで、本実施の形態では、被処理物 H を回転筒 10 内に装入する装入装置 20 と回転筒 10 との間隙を封止するシール部 23 に対応する大きさで、円筒状に形成された中央カバー 18 が回転筒 10 の軸心 C 近傍に配置されている。そして、各分割壁 16 が、この中央カバー 18 の外周面と回転筒 10 の内周面との間を結ぶ構造とされている。

【0042】

従って、本実施の形態によれば、分割壁 16 が単に設けられるだけでなく、装入装置 20 と回転筒 10 との間隙を封止するシール部 23 に対応してこのシール部 23 より若干大径に形成された中央カバー 18 が、回転筒 10 の軸心 C 近傍に配置されるのに伴い、分割壁 16 が中央カバー 18 の外周面と回転筒 10 の内周面との間を結ぶ構造とされて、各小空間 K の横断面が略扇形に閉鎖された形とされている。

このように、中央カバー 18 を設置する事により、回転筒 10 内における軸心 C 近傍の加熱管 11 が設置されていない場所に被処理物 H が存在する事を防止することができ、被処理物 H の加熱管 11 と接触する機会が増加する。

【0043】

次に、本発明に係る間接加熱型回転乾燥機の第 3 の実施の形態を、図 6 および図 7 に基づき以下に説明する。尚、第 1 の実施の形態で説明した部材には同一符号を付して重複した説明を省略する。

本実施の形態では、中央カバー 18 が形成されるだけでなく、被処理物 H を回転筒 10 内に装入する装入装置 20 の近傍まで、この中央カバー 18 を延長した構造とされている。

そして、延長された中央カバー 18 の部分の外周面側には、図 6 に示すように各分割壁 16 の端部にそれぞれ繋がって回転筒 10 の内周面に達するスクリー状の羽根 16A が、単に設置されているだけでなく、このスクリー状の羽根 16A が設置された部分の中央カバー 18 の一部を図 7 において三角形にそれぞれ削除した切欠部 18A も設けられている。

【0044】

以上より、本実施の形態によれば、スクリー状の羽根 16A が設置された部分の中央カバー 18 の一部を削除した切欠部 18A が設けられている。このことで、装入装置 20 から回転筒 10 内に送り込まれた被処理物 H が回転筒 10 の回転に伴って、この切欠部 18A を介して分割された各小空間 K 内に被処理物 H を供給すると共に、この回転筒 10 の回転に伴うスクリー状の羽根 16A の回転により小空間 K の奥側に送り込まれることで、各小空間 K 内に被処理物 H がほぼ均一入るようになる。

【0045】

本実施の形態のように、被処理物 H の充填率を高めた場合、被処理物 H の回転筒 10 内への供給部分である装入装置 20 において、被処理物 H の供給位置以上の高さで充填される可能性がある。この為、装入装置 20 近傍の回転筒 10 に被処理物 H を送り込むスクリー状の羽根 16A を設けることにより、略扇形に分割された小空間 K に被処理物 H がこの羽根 16A で強制的に送り込まれるようになる。

【0046】

ここで、回転筒 10 の径や加熱管 11 の配列にもよるが、充填率を一定とした場合の、中央カバー 18 の外径 D2 と回転筒 10 の内径 D1 との比（カバー径 / 回転円筒径）と実接触面積割合の関係を、図 8 に示す。2 本のデータは、上段のデータが回転筒径 965mm（回転筒径：小）のケースであり、下段のデータが回転筒径 3050mm（回転筒径：大）のケースである。

【0047】

図 8 に示すグラフのように大きくなるほど加熱管 11 と被処理物 H との実接触面積が増加する。しかし、中央カバー 18 の外径 D2 と回転筒 10 の内径 D1 との比が 0.6 を超

10

20

30

40

50



えた場合、キャリアガスCGが通過する空間が少なくなると同時に攪拌効果が低下するのに伴い、乾燥能力が低下する。

一方、中央カバー18の外径D2と回転筒10の内径D1との比が0.2を下回ると、ほとんどのケースで挿入装置20の外径より中央カバー18の外径Dが小さくなる。このようなケースにおいて、加熱管11を中央カバー18外径近傍まで配列するには、加熱管11を装入装置20に干渉しないような構造を取らなければならない、コストアップの要因となる。

従って、経済的側面と乾燥能力を鑑みれば、中央カバー18の外径D2と回転筒10の内径D1の比は0.2～0.6が好適な範囲である。

#### 【0048】

他方、上記実施の形態で用いられた分割壁16内や中央カバー18内の空間KCに熱媒体である加熱蒸気KJを供給しても良い。分割壁16内或いは中央カバー18内に加熱蒸気KJを供給することで、加熱管11だけでなく、分割壁16や中央カバー18によっても被処理物Hが加熱されるようになる結果、加熱効率が更に向上するようになる。分割壁16内に加熱蒸気KJを供給する場合には、複数の板材を一定距離で対向するよう配置したり、複数の配管を並列に配置するなどして、分割壁に内部空間を有する構造にすれば良い。

#### 【実施例】

#### 【0049】

次に、間接加熱型回転乾燥機のバッチ試験機を用いて、上記本実施の形態に基づく実施例と従来例との間で比較試験を行った結果を説明する。

まず、間接加熱型回転乾燥機のバッチ試験機の仕様を下記に表わす。

回転筒径：320mm

回転筒長さ：0.25m

加熱管伝熱面積：0.3m<sup>2</sup>

#### 【0050】

また、試験条件を下記に表わす。

被処理物：水分約30%の下水汚泥

処理量：約3kg/hバッチ

出水分目標値：10%

キャリアガス：5m<sup>3</sup>/hの常温空気

加熱蒸気：0.1MPa(G)飽和蒸気

回転周速：0.5m/s

実施例における小空間の数：4

#### 【0051】

実施例及び従来例である比較例による各被処理物の水分の乾燥能力の結果を図9のグラフに示す。このグラフより、低水分域(減率乾燥域)では両者の差は少ないものの、高水分域(恒率乾燥域)では、明らかに単位加熱面積の相違による単位時間当りの蒸発能力(kg-H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>h)の向上が実施例においてみられることが確認された。

#### 【0052】

次に、間接加熱型回転乾燥機の連続機を用いて行った試験について、以下に説明する。

主寸法が相互に同一とされる実施例と従来例である比較例とで、同一の被処理物を乾燥して乾燥能力の比較を行った。

まず、実施例及び比較例の運転条件を説明する。

被処理物の入口水分：33%

被処理物の平均粒径：2.3mm

被処理物の出口水分：10%

加熱源：0.1MPa(G)飽和蒸気

キャリアガス：排ガス露点が80になる様に大気を供給

#### 【0053】

10

20

30

40

50

下記に本発明に係る実施例の間接加熱型回転乾燥機の仕様を記す。

回転筒径：9 6 5 mm  
 回転筒長さ：8 m  
 略扇形の小空間数：4  
 加熱管伝熱面積：4 3 m<sup>2</sup>

【0054】

下記に従来技術に係る比較例の間接加熱型回転乾燥機の仕様を記す。

回転筒径：9 6 5 mm  
 回転筒長さ：8 m  
 加熱管伝熱面積：4 0 m<sup>2</sup>

10

【0055】

上記実施例における被処理物の供給量は、上記比較例と同じ3 2 0 kg/hとし、この条件で運転を始め、出口水分が約1 0 %で安定する状態でのこの実施例における被処理物の供給量を求めた。この結果として、下記のようになった。

【0056】

実施例

被処理物の供給量：4 7 0 kg/h  
 入口水分：3 3 . 1 %  
 出口水分：9 . 8 %  
 STD空運転時動力：3 . 1 1 kW  
 STD駆動動力：3 . 2 2 kW  
 負荷運転による動力増加：0 . 1 1 kW

20

乾燥試験終了後、間接加熱型回転乾燥機内の被処理物を全量採取し、充填率を計算したところ、充填率は5 7 %であった。

【0057】

比較例

被処理物の供給量：3 2 0 kg/h  
 入口水分：3 3 . 0 %  
 出口水分：9 . 9 %  
 STD空運転時動力：3 . 1 1 kW  
 STD駆動動力：3 . 4 6 kW  
 負荷運転による動力増加：0 . 3 5 kW

30

乾燥試験終了後、間接加熱型回転乾燥機内の被処理物を全量採取し、充填率を計算したところ、充填率は2 7 %であった。

【0058】

以上より、実施例は比較例と比較して、STD駆動動力及び負荷運転による動力増加が大きく下がるだけでなく、充填率が向上した。

【0059】

また、図10のグラフに、実施例（被処理物と加熱管の接触の変更）と比較例（充填率を多少変更）による実接触面積割合を変化させた時のデータを示す。この際、実施例及び比較例の外形寸法は同じであり、入口水分及び出口水分はほぼ同等であるが、このグラフより、実施例では、被処理物と加熱管との接触面積を増加することで、全体蒸発速度がより高まって乾燥能力が向上していることが理解できる。

40

【0060】

尚、この図10のグラフにおいて、横軸は、全加熱管面積に対する実際の被処理物と加熱管との接触面積の割合（実接触面積割合）であり、縦軸は、全加熱管単位面積当りの単位時間当りの蒸発能力（全体蒸発速度）である。

以上より、本発明の実施例によれば、乾燥能力の向上が図れると同時に所要動力も低減でき経済的な間接加熱型回転乾燥機であることが証明された。

【0061】

50

以上、本発明に係る実施の形態を説明したが、本発明は係る実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。例えば、回転筒10内の空間を4つの小空間Kに分割している分割壁16は、4つでなくとも良く、5や6等或いは他の複数としても良い。但し、このように分割壁16を5や6等とすれば、小空間Kの数も同様に5や6等の他の複数になる。

【産業上の利用可能性】

【0062】

本発明は、樹脂、食品、有機物などの乾燥をはじめとして、木質バイオマスや有機廃棄物などの乾燥などを目的とした間接加熱型回転乾燥機として適用できる他、他の産業用機械に適用可能となる。

10

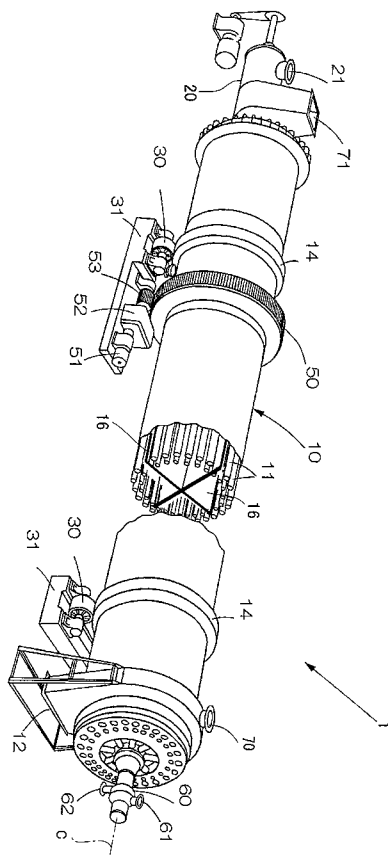
【符号の説明】

【0063】

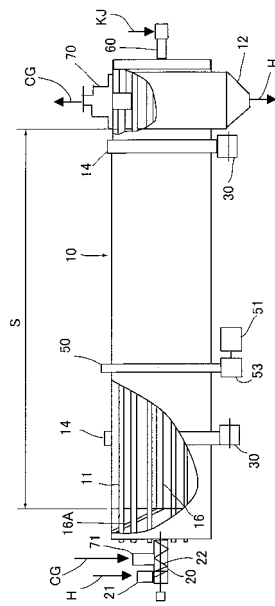
- 1 間接加熱型回転乾燥機
- 10 回転筒
- 11 加熱管
- 16 分割壁
- 16A 羽根
- 18 中央カバー
- 18A 切欠部
- 20 装入装置
- C 軸心
- H 被処理物
- K 小空間

20

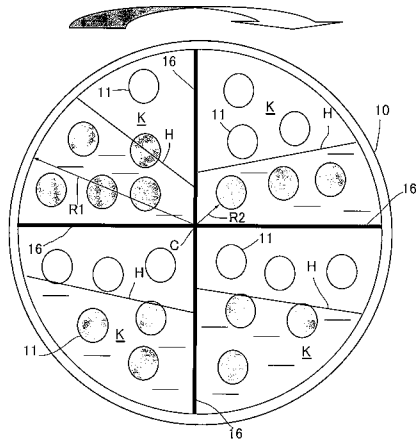
【図1】



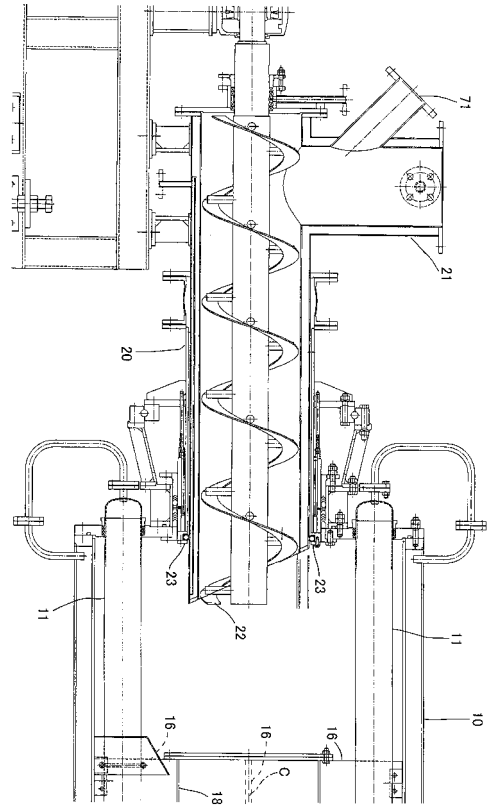
【図2】



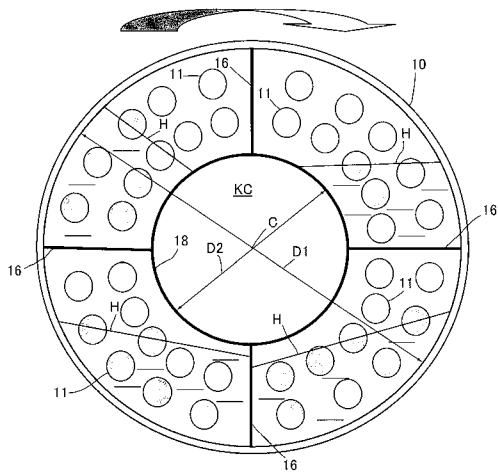
【 図 3 】



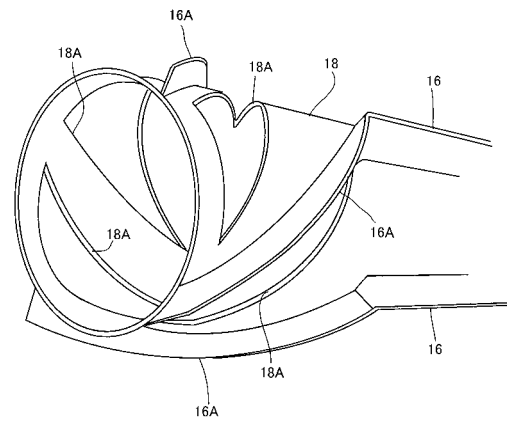
【 図 4 】



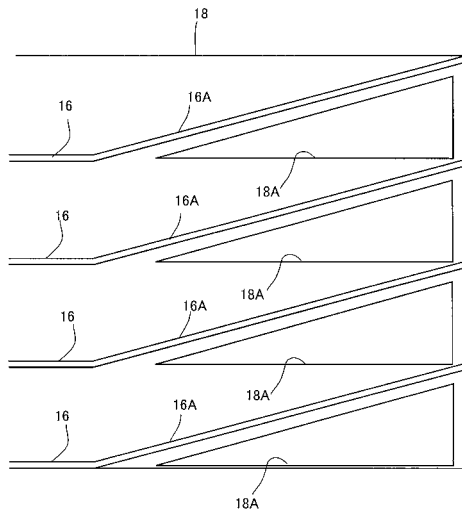
【 図 5 】



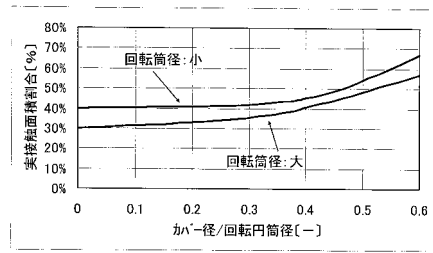
【 図 6 】



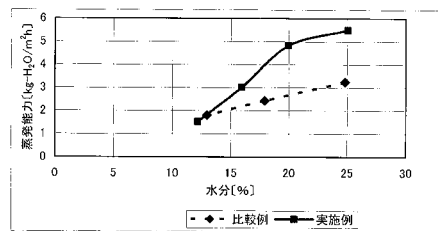
【図7】



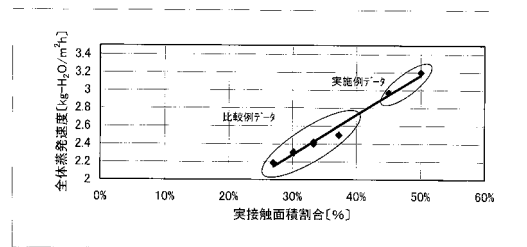
【図8】



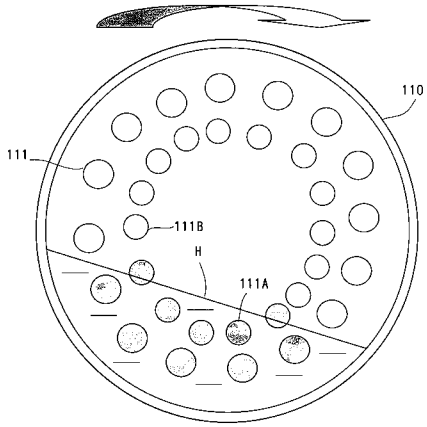
【図9】



【図10】



【 1 1】



---

フロントページの続き

審査官 黒石 孝志

- (56)参考文献 特開2004-45013(JP,A)  
実開平5-19895(JP,U)  
特開2009-243721(JP,A)  
特開昭63-65286(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F26B 17/32