

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-200329

(P2016-200329A)

(43) 公開日 平成28年12月1日(2016.12.1)

(51) Int.Cl.  
F26B 17/32 (2006.01)

F1  
F26B 17/32

テーマコード(参考)  
3L113

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2015-80687(P2015-80687)  
 (22) 出願日 平成27年4月10日(2015.4.10)  
 (11) 特許番号 特許第5946076号(P5946076)  
 (45) 特許公報発行日 平成28年7月5日(2016.7.5)

(71) 出願人 000165273  
 月島機械株式会社  
 東京都中央区晴海三丁目5番1号  
 (74) 代理人 100082647  
 弁理士 永井 義久  
 (72) 発明者 伊藤 正康  
 東京都中央区晴海三丁目5番1号 月島機  
 械株式会社内  
 (72) 発明者 加藤 善二  
 東京都中央区晴海三丁目5番1号 月島機  
 械株式会社内  
 (72) 発明者 渡辺 健司  
 東京都中央区晴海三丁目5番1号 月島機  
 械株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 横型回転式乾燥機による乾燥方法及び乾燥システム

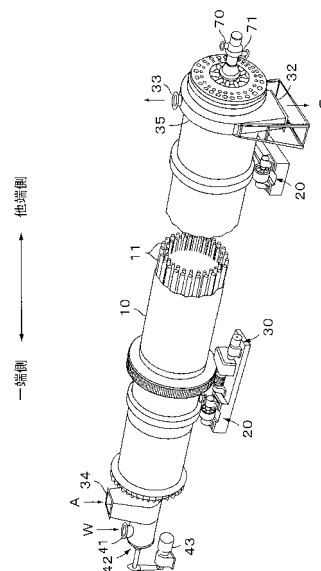
(57) 【要約】

【課題】乾燥機の乾燥能力を向上させて、被処理物の大量処理を容易にする横型回転式乾燥機を提供する。

【解決手段】次の条件を満たすようにする。

- (1) 前記回転筒10内に不活性のキャリアガスAを、一端側から他端側に並流方式で流通させる、
- (2) 前記他端側において前記キャリアガスを加熱する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

一端側に被処理物の供給口を、他端側に被処理物の排出口を有し、軸心周りに回転自在な回転筒と、加熱媒体が通る多数の加熱管を前記回転筒内に設け、被処理物を前記回転筒の一端側に供給して他端側から排出する過程で、前記加熱管により被処理物を加熱して乾燥させる横型回転式乾燥機において、

次の条件の全てを満たす、

(1) 前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる、

(2) 前記他端側において前記キャリアガスを加熱する、  
ことを特徴とする横型回転式乾燥機による乾燥方法。

10

**【請求項 2】**

一端側に被処理物の供給口を、他端側に被処理物の排出口を有し、軸心周りに回転自在な回転筒と、加熱媒体が通る多数の加熱管を前記回転筒内に設け、被処理物を前記回転筒の一端側に供給して他端側から排出する過程で、前記加熱管により被処理物を加熱して乾燥させる横型回転式乾燥機において、

次の条件の全てを満たす、

(1) 前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる、

(2) 排出乾燥物の品温を 95 以上とする、

(3) キャリアガスの排出側の温度を 95 以上とする、

(4) 前記他端側において前記キャリアガスを加熱する、  
ことを特徴とする横型回転式乾燥機による乾燥方法。

20

**【請求項 3】**

一端側に被処理物の供給口を、他端側に被処理物の排出口を有し、軸心周りに回転自在な回転筒と、加熱媒体が通る多数の加熱管を前記回転筒内に設け、被処理物を前記回転筒の一端側に供給して他端側から排出する過程で、前記加熱管により被処理物を加熱して乾燥させる横型回転式乾燥機において、

次の条件の全てを満たす、

(1) 前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる手段、

(2) 前記他端側に設けた、前記キャリアガスを加熱する加熱手段、  
を有することを特徴とする横型回転式乾燥機による乾燥システム。

30

**【請求項 4】**

加熱手段は、回転筒に設けた加熱用トレースである請求項 3 記載の横型回転式乾燥機による乾燥システム。

**【請求項 5】**

加熱手段は、回転筒の他端側に設けた加熱媒体を流通させるジャケット構造である請求項 3 記載の横型回転式乾燥機による乾燥システム。

**【請求項 6】**

加熱手段は、加熱管の他端側に設けたフィンである請求項 3 記載の横型回転式乾燥機による乾燥システム。

40

**【請求項 7】**

前記回転筒の他端側内部にリテーナが設けられている請求項 3 記載の横型回転式乾燥機による乾燥システム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、横型回転式乾燥機による乾燥方法及び乾燥システムに関する。

**【背景技術】**

50

## 【0002】

石炭や鉱石等の被処理物を乾燥する乾燥機としては、スチームチューブドライヤー（以下「STD」という。）、コールインチューブ（特許文献1）、ロータリーキルン等が多用されている。石炭や鉱石は、製鉄や精錬の原料、発電燃料等として用いられ、これらを安定的にかつ大量に処理することが要求されるため、この要求に適う乾燥機として、前記の各乾燥機が採用されている。

## 【0003】

STDは被処理物を間接加熱するため、熱効率が高く、単位容量当たりの処理量も多い。また、大型化も可能であるため、大量処理の要求に適している。

## 【0004】

コールインチューブも被処理物を間接加熱するため、前記STDと同様に、熱効率が高く、単位容量当たりの処理量も多い。しかし、STDに比べて大型化が難しいという欠点がある。例えば、前記STD1台で処理できる量をコールインチューブで処理しようとしたとき、複数台必要となる場合がある。

## 【0005】

ロータリーキルンは、被処理物に熱風を当てて直接乾燥させるため、間接加熱に比べて熱効率が悪いという欠点がある。また、排気処理設備が非常に大きくなるという欠点もある。かかる理由から、大量の被処理物を処理する乾燥機としては、STDに優位性がある。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】実用新案登録第2515070号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

近年は、被処理物の大量乾燥処理の要求が強くなり、その要求に応えるため、乾燥機の大型化が進んでいる。STDの大型化を例に挙げると、シェル径が4mで、本体長が30m以上のものも作られている。

## 【0008】

他方で、大型のSTDあるいは小型のSTDにより、石炭や樹脂原料などの着火燃焼のおそれがある被処理物を乾燥させる場合、STDを含め被処理物及び乾燥物の搬送系をN<sub>2</sub>ガス等の不活性ガスのキャリアガスで充填させることにより、酸素の混入を防止する方策が採られている。

また、加熱操作で飛散した水又は揮発分の蒸気を、N<sub>2</sub>ガス等の不活性ガスを、露点にならないように循環使用し、この循環系内で水又は揮発分をコンデンスさせて系外に除去し、N<sub>2</sub>ガス等の不活性ガスそのものは循環使用するようにしている。

## 【0009】

しかし、このことが要因となって次の問題が残る。第1に、不活性ガスの必要な循環量は設備の規模にも依存するが、大型設備では、循環ラインのファンやダクトも大型化し、電力消費量及び設備費が嵩む。

第2に、循環系内での水又は揮発分のコンデンスには、冷却水が使用されることが一般的であるために、ガス温度は20～50℃で使用されることが多い。

循環系の湿ガスの容量を低減するためには、循環する不活性ガスの容量を低減させることが必要になってくる。

## 【0010】

この場合、コンデンサに流入する乾燥機からの排ガス温度を上げて、露点をも上昇させれば理論的には問題解決が可能である。

しかし、品温の制限（被処理物表面での結露防止のため）と飽和ガスであることとによって、放熱等による結露が問題となる。

10

20

30

40

50

大型のSTDでは、被処理物の充填率が大きいと充填部が過熱状態となり、ガス側での冷却、並びに蒸発蒸気の移動が少ないと、露点が上昇し、排出側で結露が発生する。

かかる結露状態は、乾燥物の種類によっては極度に避ける必要がある場合が多く、その例として石炭やある種の樹脂原料などがある。

【0011】

したがって、本発明の主たる課題は、結露を防止しながら、キャリアガス量を低減できる横型回転式乾燥機による乾燥方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決した本発明方法は次記のとおりである。

一端側に被処理物の供給口を、他端側に被処理物の排出口を有し、軸心周りに回転自在な回転筒と、加熱媒体が通る多数の加熱管を前記回転筒内に設け、被処理物を前記回転筒の一端側に供給して他端側から排出する過程で、前記加熱管により被処理物を加熱して乾燥させる横型回転式乾燥機において、

次の条件の全てを満たす、

(1) 前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる、

(2) 前記他端側において前記キャリアガスを加熱する、

ことを特徴とする横型回転式乾燥機による乾燥方法。

【0013】

本発明に係る乾燥方法は、さらに、排出乾燥物の品温を95 以上とする、キャリアガスの排出側の温度を95 以上とする条件をも満たすことが望ましい。

【0014】

本発明のシステムは次記のとおりである。

一端側に被処理物の供給口を、他端側に被処理物の排出口を有し、軸心周りに回転自在な回転筒と、加熱媒体が通る多数の加熱管を前記回転筒内に設け、被処理物を前記回転筒の一端側に供給して他端側から排出する過程で、前記加熱管により被処理物を加熱して乾燥させる横型回転式乾燥機において、

次の条件の全てを満たす、

(1) 前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる手段、

(2) 前記他端側に設けた、前記キャリアガスを加熱する加熱手段、

を有することを特徴とする横型回転式乾燥機による乾燥システム。

【0015】

この加熱手段としては、回転筒の他端側に設けた加熱用トレースを使用できる。

【0016】

また、加熱手段としては、回転筒の他端側に設けた加熱媒体を流通させるジャケット構造としたものも使用できる。

【0017】

さらに、加熱手段は、加熱管の他端側に設けたフィンであることもできる。

【0018】

前記条件のほか、他端側にリテーナを設けることも加えることができる。

【0019】

結露が問題になるのは、主に排出側（回転筒の他端側）である。

本発明においては、回転筒内に不活性のキャリアガスを、一端側から他端側に流通させる並流方式としている。

向流方式の場合には、キャリアガス温度が約20～40 程度であるので、排気温度が低くなり、被処理物供給の入口部での蒸発分がコンデンスして被乾燥物に付着する問題のほか、排ガス温度及び品温の上昇は困難である。

しかるに、並流方式によれば、少ないキャリアガス量であっても、排ガス温度及び品温

10

20

30

40

50

の上昇が可能である。

さらに、本発明では、排出乾燥物の品温を95以上、好ましくは97以上、より望ましくは99以上とする、並びにキャリアガスの排出側の温度を、95以上、好ましくは97以上、より望ましくは99以上とするので、結露が生じ難くなる。

しかしながら、これらの条件によって、キャリアガスの露点を95以上にすることにより、キャリアガス量を低減できるが、その反面、露点が97程度であるので、わずかな放熱部であっても結露領域となる。

そこで、他端側に、キャリアガスを加熱する加熱手段を設けて排ガス温度を高めることにより、結露を防止できる。

#### 【0020】

ここで、排出乾燥物の品温及び/又はキャリアガスの排出側の温度を95以上とすることについて説明を補足する。

表1は、絶対湿度表の一部を抜き出したものである。この表における1kg乾き空気に含まれる水蒸気量 $x_s$ は、温度 $t$ の上昇に伴って多くなるが、その水蒸気量 $x_s$ は、87の場合が1000g/kgであるのに対し、95では約3.1倍、97では約5.5倍、99では約17倍と飛躍的に増大する。このことは、温度を高めると、ある風量中により多く蒸気を包含できることを意味し、その包含量は95以上で顕著に多くなる。

しかるに、従来では、結露を確実に防止することを考慮して、85～87の範囲の水蒸気量 $x_s$  (g/kg)を基準としてキャリアガスの送風量及び排出乾燥物の品温を定めていた。

これに対し、排出乾燥物の品温及び/又はキャリアガスの排出側の温度を95以上とし、露点を高めることによって、必要な水分量を排気するための、キャリアガスの風量を低減できる。しかし、前述のように結露の発生が微妙である領域での運転となる問題として浮き上がってくる。しかし、本発明に従って、回転筒の他端側に、キャリアガスを加熱する加熱手段を設けることにより結露を防止できるのである。

#### 【0021】

##### 【表1】

温度 (°C)	$x_s$ (g/kg)
85	828
86	908
87	1000
88	1110
89	1240
90	1400
91	1590
92	1830
93	2135
94	2545
95	3120
96	3990
97	5450
98	8350
99	17000

#### 【0022】

なお、本発明における排出乾燥物の品温は、回転筒の排出口から排出された直後の乾燥物の温度をいう。

また、キャリアガスの排出側の温度は、回転筒のガス排出口から排出された直後のキャ

リアガスの温度をいう。

【0023】

さらに、本発明の「他端側」とは、回転筒の他端からその全長に対して50%未満をいう。好ましくは、回転筒の内径D基準で、排出乾燥物の排出口中心から被処理物の供給口が形成された一端側に、(0.5~3.5)Dまでの長さまでの範囲が好ましい。より望ましくは(0.5~2.0)Dまでの長さ範囲である。

加熱手段の配設長さが短いと加熱が十分でなく、加熱手段の配設長さが過度に長いと加熱エネルギーロスが大きくなり、かつ設備費も嵩む。

【発明の効果】

【0024】

以上のように、本発明によれば、結露を防止しながら、キャリアガス量を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明に係る横型回転式乾燥機例の斜視図である。

【図2】本発明に係る横型回転式乾燥機例の側面図である。

【図3】スクリーフィーダ及びその周辺を示した側面図である。

【図4】回転筒の他端側の拡大図(側面図)である。

【図5】本発明に係る横型回転式乾燥機(変形例)の側面図である。

【図6】図5のX-X線断面図である。

【図7】供給方式がシュート式である場合の側面図である。

【図8】供給方式が振動トラフ式である場合の側面図である。

【図9】回転筒の排出側の構造例を示す側面図である。

【図10】横型回転式乾燥機の加熱管の配置(第1配置形態)例を示した横断面図である。

【図11】横型回転式乾燥機の加熱管の配置(第2配置形態)例を示した横断面図である。

【図12】結露の発生の説明用グラフである。

【図13】ジャケット設置例の概要図である。

【図14】トレース配管の設置例の概要図である。

【図15】フィン形成例の概要図である。

【図16】リテーナの設置例の概要図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の好適な実施形態について、図を用いて更に説明する。なお、以下の説明及び図面は、本発明の実施形態の一例を示したものにすぎず、本発明の内容をこの実施形態に限定して解釈すべきでない。

【0027】

(被処理物W)

まず、乾燥対象物としての被処理物Wについて限定はなく、その具体例として、石炭、銅鉱石、鉄粉、亜鉛粉等の鉱石、金属系物質、石膏、アルミナ、ソーダ灰等の無機系物質、脱水汚泥等を挙げることができる。

しかしながら、本発明は石炭の乾燥の場合が特に効果が顕著にあらわれる。

【0028】

(間接加熱横型回転式乾燥機)

次に、本発明に係る横型回転式乾燥機(以下、「STD(Steam Tube Dryer)の略称」ともいう。)について説明する。この横型回転式乾燥機の構造は、図1及び図2に例示するように、円筒状の回転筒10を有し、この回転筒10の軸心が水平面に対して若干傾くようにして設置されており、回転筒10の一端が他端よりも高く位置している。回転筒10の下方には、2台の支持ユニット20及びモーターユニット30が回転筒10を支持するようにして設置されており、回転筒10は、モーターユニット30に

10

20

30

40

50

よって、自身の軸心回りに回転自在とされている。この回転筒10は、一方向に回転するようになっている。その方向は任意に定めることができ、例えば、一端側（被処理物Wの供給口側）から他端側（被処理物Wの排出口側）を見て、反時計回り（矢印R方向）に回転させることができる。

【0029】

回転筒10の内部には、金属製のパイプであるスチームチューブ（加熱管）11が、被乾燥物への伝熱管として、回転筒10の軸心に沿って延在して多数取り付けられている。この加熱管11は、例えば回転筒10の軸心に対して同心円を成すように周方向及び径方向に複数本ずつ配列されている。この加熱管11は、加熱媒体である蒸気等が加熱管11の内部を流通することで温められる。

10

【0030】

スクリーフィーダ42の近傍には、供給口41からキャリアガスA（不活性ガス）を回転筒10の内部に吹き込むガス吹き込み手段（図示しない）が設けられており、このガス吹き込み手段によって吹き込まれたキャリアガスAは、回転筒10の他端側に向かって回転筒10の内部を流通する。

【0031】

図2、図4に示すように、回転筒10の他端側における周壁には、複数の排出口50が貫通して形成されている。排出口50は、回転筒10の周方向に沿って複数形成され、図2、図4の例では、2つの列を成すように相互に離間して形成されている。また、複数の排出口50は、全て同形とされているが、異形とすることもできる。

20

また、図1に明示されているように、処理物Eは、排出口50群を覆う下方に排出口を有するフード35を介在させて下方に排出するようにするのが望ましい。

【0032】

また、回転筒10の他端側には、加熱管11内に蒸気を供給する蒸気供給管70とドレン管71とが設けられている。

【0033】

なお、前記回転筒10の他端側内部に、被処理物Wを攪拌する攪拌手段（詳細構造は図示していない）を設けても良い。

【0034】

また、図5、図6に示すように、回転筒10には、複数の排出口50を有する他端側を覆うように、被処理物W及びキャリアガスAを排出可能な分級フード55を設けても良い。この分級フード55は、たとえば肉厚な金属から形成されており、底面に、乾燥及び分級された被処理物Wの乾燥物、つまり処理物Eを排出する固定排出口57を、天面にキャリアガスAを排気する固定排気口56を、それぞれ有する。

30

【0035】

（乾燥過程）

次に、図1～図4を参照しながら、横型回転式乾燥機で被処理物Wを乾燥する過程を説明する。

【0036】

被処理物Wは、供給口41からスクリーフィーダ42内に供給され、このスクリーフィーダ42内部に設置されたスクリーを図示しない駆動手段によって回動させることによって、回転筒10の内部に供給される。供給口41から供給された被処理物Wは、蒸気によって加熱された加熱管11、11...に接触して乾燥されつつ、回転筒10の他端側に移動し、排出口50を介してフード35から処理物Eとして排出される。

40

【0037】

他方、回転筒10の一端側に設けられた吹き込み手段によって、供給口34（図1の例）又は供給口41（図2の例）から吹き込まれたキャリアガスAは、回転筒10内を通過して、被処理物Wの排出口でもある排出口50から回転筒10外に排気される。

【0038】

また、蒸気供給管70から加熱管11内に供給した蒸気は、被処理物Wと加熱管11が

50

接触して熱交換することにより、加熱管 11 内を流れる過程で冷却されてドレン D になり、ドレン管 71 から排出される。

【0039】

(変形例)

次に、図 5、図 6 を参照しながら、攪拌手段 65 及び分級フード 55 を備えた横型回転式乾燥機を用いる場合についての動作についても説明する。この場合において、前記説明と重複する部分は、省略する。

【0040】

回転筒 10 内に供給された被処理物 W は、攪拌手段 65 の存在する位置まで到達すると、攪拌手段 65 によって攪拌され、続いて、図 6 に示すように、回転筒 10 の回転に伴って回転する搔上板 60 によって搔き上げられる。搔き上げられた被処理物 W は、搔上板 60 が回転筒 10 の上側に位置すると、自然に落下し、その際に被処理物 W に含まれる微粒子 C が回転筒 10 内に分散する（いわゆるフライトアクション）。

10

【0041】

他方、回転筒 10 の一端側に設けられた吹込み手段によって、供給口 41 から吹き込まれたキャリアガス A は、回転筒 10 内を通過して、被処理物 W の排出口でもある排出口 50 から回転筒 10 外に排気される。この際、キャリアガス A は、搔上板 60 によって回転筒 10 内に分散された微粒子 C を伴って排出口 50 から排気される。排出口 50 から排気されたキャリアガス A は、固定排気口 56 を介して分級フード 55 から排気される。

【0042】

被処理物 W のうち、粒子径が大きく重量が重い粒子は、回転筒 10 内において落下し、キャリアガス A に伴うことなく、下側に位置した排出口 50 から自然落下する。この自然落下した粒子（被処理物 W）は、固定排出口 57 から処理物 E として外部に排出される。

20

【0043】

(被処理物の供給方式の変形例)

本発明に係る横型回転式乾燥機の被処理物の供給手段の変形例を説明する。

横型回転式乾燥機へ被処理物を供給する方式には、前記スクリー式（図 3）のほか、シュート式（図 7）や振動トラフ式（図 8）なども使用できる。シュート式では、供給シュート 46 が吸気ボックス 45 と結合しており、供給口 41 から供給した被処理物 W が、供給シュート 46 内を落下し、回転筒 10 内へ移動する。吸気ボックス 45 がシールパッキン 47 を介して回転筒 10 に接続しており、回転筒 10 と吸気ボックス 45 間のシールを維持しながら、回転筒 10 が回転する構造になっている。振動トラフ式では、吸気ボックス 45 がトラフ（断面形状が凹状）であり、その吸気ボックス 45 の下端に振動モータ 48 とばね 49 が結合している。供給口 41 から供給した被処理物 W は、トラフの上に落下する。そして、振動モータ 48 により吸気ボックス 45 が振動することにより、被処理物 W が回転筒 10 内へと移動する。吸気ボックス 45 を取り付ける際は、被処理物 W が移動しやすいように、回転筒へ向かって下る傾斜を持たせると良い。

30

【0044】

(回転筒変形例)

回転筒 10 の断面形状は、後述する円形のほか、必要ならば矩形（六角形など）にしても良い。矩形の回転筒 10 を回転すると、回転筒 10 ではその角部により被処理物 W が持ち上がるため、被処理物 W の混合性が良くなる利点がある。一方で、円形の場合に比べて、回転筒 10 の断面積が狭くなるため、配置する加熱管の数が減るというデメリットも存在する。

40

【0045】

(処理物の排出方式の変形例)

横型回転式乾燥機から乾燥処理物 E を排出する方式としては、図 9 のような形態も採用できる。かかる形態において、キャリアガス A は、回転筒 10 内から、隔壁 23 の内側を介してケーシング 80 を通り、その上部のキャリアガス排出口 33 から排出される。このキャリアガス A が再利用ガスである場合は、キャリアガス A 中に粉塵等が含まれているが

50

、隔壁 23 の内側、すなわちガス通路 U2 には、リボンスクリュー Z が配されているため、ガスに混入している粉塵等は、このリボンスクリュー Z によって捕捉される。捕捉された粉塵等は、リボンスクリュー Z の送り作用により開口部 21、22 へ向かって送られ、ケーシング 80 内へ排出される。排出された粉塵等は、自由落下により排出ケーシング下方の排出口 32 から排出される。

【0046】

また、回転筒 10 の回転に伴って、スクリー羽根 24 も回転する。従って、被処理物 W が乾燥した乾燥処理物 E は、送り出し通路 U1 内を、開口部 21、22 へ向かってスクリー羽根 24 の送り作用により送られ、開口部 21、22 から排出される。排出された乾燥物 E は、自重により排出ケーシング下方の排出口 32 から排出される。

10

【0047】

他方、ケーシング 80 を貫き、隔壁 23 内へ延在する蒸気経路（内部蒸気供給管 61 及び内部ドレン排出管 62）が、回転筒 10 と一体で設けられている。内部蒸気供給管 61 は、端板部 17 における加熱管 11 の入口ヘッダ部に、内部ドレン排出管 62 は端板部 17 における加熱管 11 の出口ヘッダ部に連通している。また、蒸気供給管 70 及びドレン排出管 71 は、回転継手 63 を介して、内部蒸気供給管 61 及び内部ドレン排出管 62 にそれぞれ連結している。

【0048】

（回転筒の支持構造変形例）

そのほか、回転筒 10 の支持構造は、回転筒 10 の外周に 2 つのタイヤ部材 20、20 を取り付ける前記支持構造のほか、一端側に設けたスクリーケーシング 42 と、他端側に設けたガス管 72 の外周にベアリング（図示しない）を取り付け、このベアリングを支持する構造や、前記タイヤ部材 20 とベアリングを組み合わせる支持構造にしても良い。

20

【0049】

加熱管 11 の本数とともに、加熱管 11 の配置は適宜選択できる。たとえば図 10 のように放射半径線に沿った配置の他、図 11 のように曲線でもよい。

【0050】

<本発明の条件>

さて、本発明では、上述のように、次の条件の全てを満たすことが必要である。

（1）前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる、

30

（2）排出乾燥物の品温を 95 以上とする、

（3）キャリアガスの排出側の温度を 95 以上とする、

（4）前記他端側に、前記キャリアガスに対する加熱手段を設ける。

【0051】

ここで（1）の条件については、既述の形態で満足する。

他方、（2）品温を 95 以上とする条件、及び（3）キャリアガスの排出側の温度を 95 以上とする条件については、加熱管内に流通させる加熱媒体の温度を定めるほか、回転速度と加熱管の配置なども選定する。

【0052】

40

しかし、条件（2）及び（3）を満たすために重要な要素は、キャリアガスの温度及び回転筒内を通るキャリアガスの風量である。

【0053】

しかしながら、これらの要素のみでは十分でないことが多いから、キャリアガスに対する加熱手段を設ける。

その例として、図 13 に示すように、回転筒 10 の他端側にこれを囲むジャケット 12 を設け、回転筒 10 の外壁面とジャケット 12 の内壁の間に加熱媒体 S を流し、回転筒 10 の外側からも加熱を行うのが望ましい。

その結果、ジャケット 12 を設けない場合と比べて、被処理物 W の乾燥速度を上げることができるほか、他端側（排出側）でのキャリアガス A の温度を高め、結露の防止に適し

50

ている。

この加熱媒体 S の例として、95 以上（好ましくは 99 以上）～ 200 の蒸気、工場（特に製鉄所）でのオフガス等を挙げることができる。

【0054】

そのほか、前記ジャケット 12 の代わりに、図 14 に示すように、回転筒 10 を囲むようにトレース配管 12A を複数設ける形態も好適である。

【0055】

ここで、「排出乾燥物の品温」は、排出口を通る温度として規定できるが、通常はフード 35 の出口温度を指標としてもよい。

他方で、「キャリアガスの排出側の温度」としては排出口での出口温度を指標とするの現実的である。

【0056】

また、図 15 に示すように、加熱管 11 の排出側にフィン 12B を設け、キャリアガス及び被処理物との接触率を高め、排出乾燥物の品温及びキャリアガスの排出側の温度を高めるのに有効な加熱手段となる。

【0057】

他方、排出側でのホールドアップを調節し、充填率を低減させるために、図 16 に示すようにリテーナ 13 を設けることができる。リテーナ 13 の高さは適宜選択すればよい。

リテーナ 13 を設けることで、それより下流側では停滞が少なく排出が行われるために、「排出乾燥物」の充填率を低減して、排出乾燥物の品温及びキャリアガスの排出側の温度を高めることができる。

【0058】

さて、ある石炭種の場合における乾燥変化グラフである図 12 に着目すると、ガス露点はキャリアガス量が多い場合と少ない場合で異なる。そして、ガス露点より品温が低いと図示の「結露領域」において結露が生じる。したがって、図示のように、キャリアガス温度及び品温を高めると、結露防止を図ることが解るであろう。

【0059】

（比較例）

ある石炭種の場合において、図 12 に示すように、恒率～減率域において品温が約 80～90 程度であり、ガス温度及びガス露点も同様な温度域で操作する場合、たとえば 100 wet T/h で供給し、水分を 10 wt% から 5 wt% まで並流方式で乾燥させる際に、結露を防止するために必要な排気量は、蒸発水量を含んで約 250 m<sup>3</sup>/min となり、排気処理には集塵機のろ過面積は約 250 m<sup>2</sup>、排気ブロワ約 45 kW が必要であった。

【0060】

（実施例）

これに対し、本発明の条件では、キャリアガス量を比較例の約 20% で足りることが判明した。

そして、乾燥品は粉塵爆発や発火の危険性を考慮して熱間成形される場合が多い。この場合には、品温を約 100～150 に昇温させる必要があるが、実施例においては、乾燥製品の品温を高くしてあるので、熱間成形に適するものとなる利点も見出された。

【符号の説明】

【0061】

- 10 回転筒
- 11 スチームチューブ（加熱管）
- 12 ジャケット 12
- 12A トレース配管
- 12B フィン
- 13 リテーナ

10

20

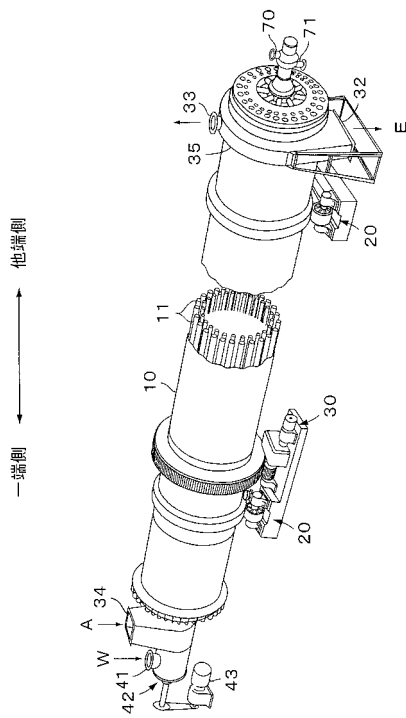
30

40

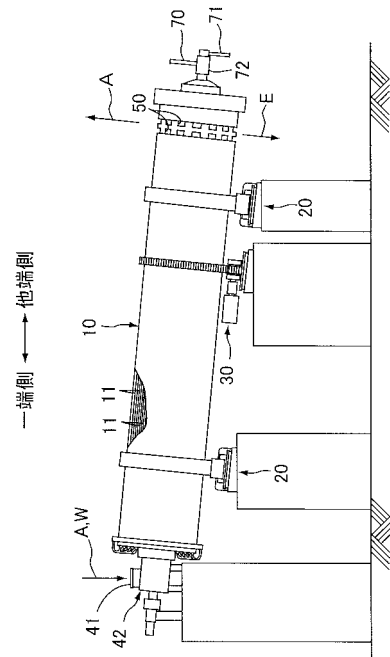
50

- 4 1 供給口
- 5 0 排出口
- 5 5 分級フード
- 5 6 固定排気口
- 5 7 固定排出口
- A キャリアガス
- E 処理物
- W 被処理物

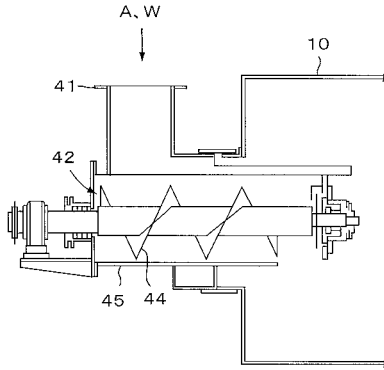
【 図 1 】



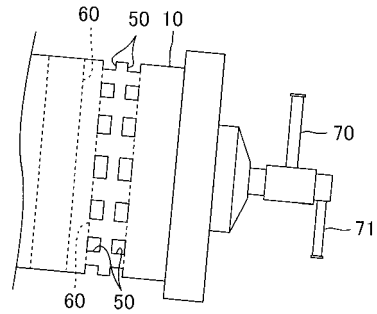
【 図 2 】



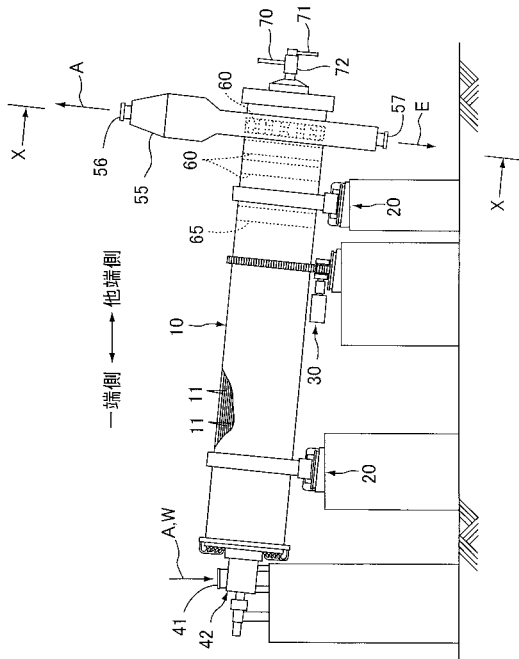
【 図 3 】



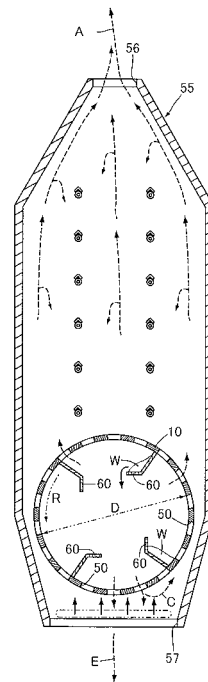
【 図 4 】



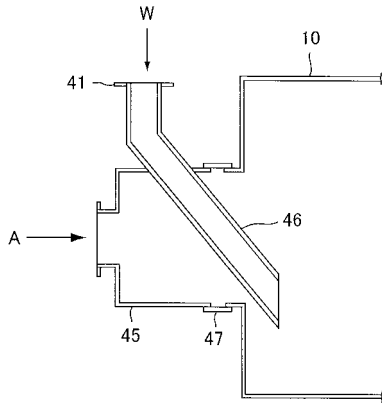
【 図 5 】



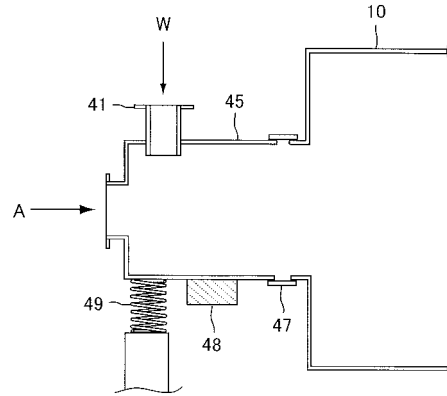
【 図 6 】



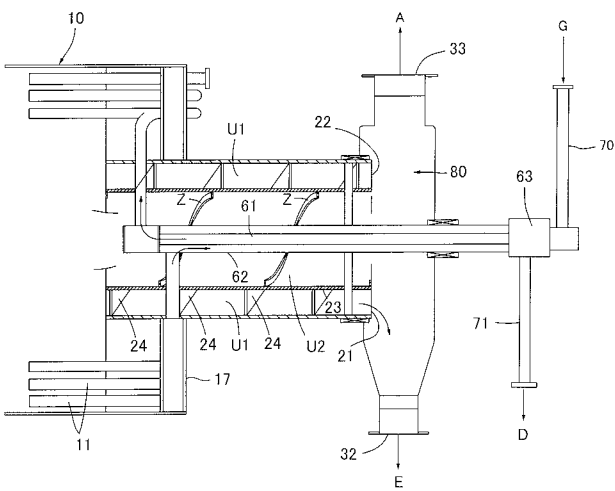
【 図 7 】



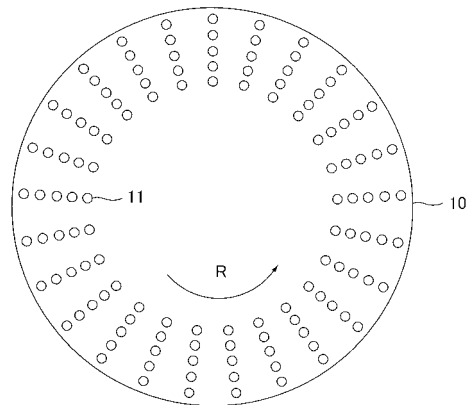
【 図 8 】



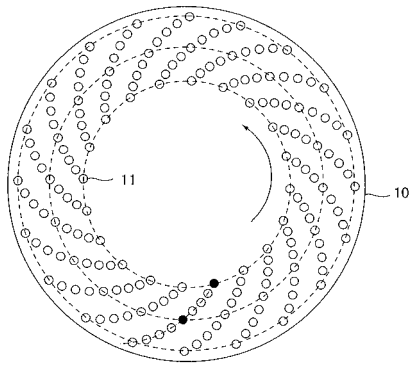
【 図 9 】



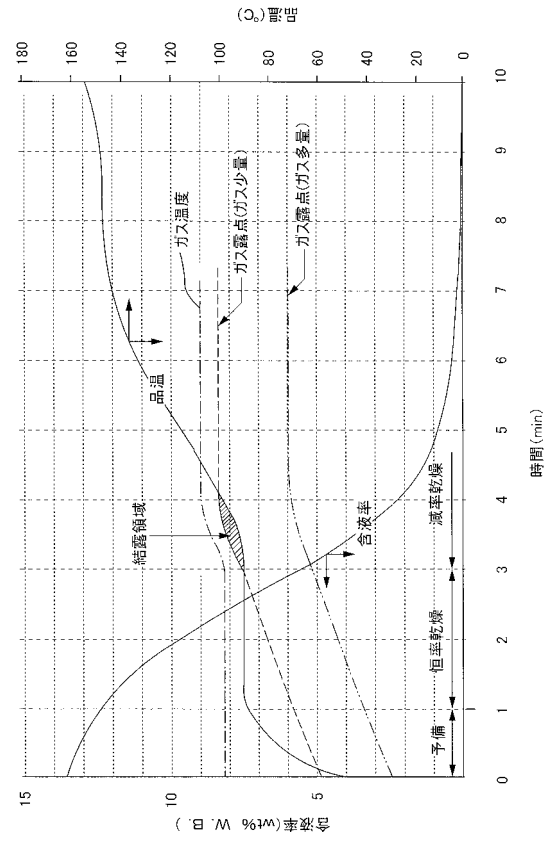
【 図 10 】



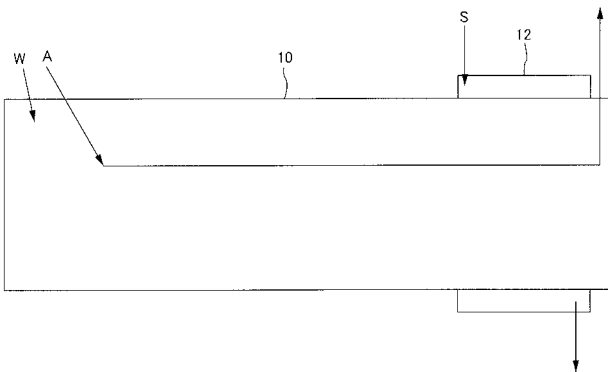
【 図 1 1 】



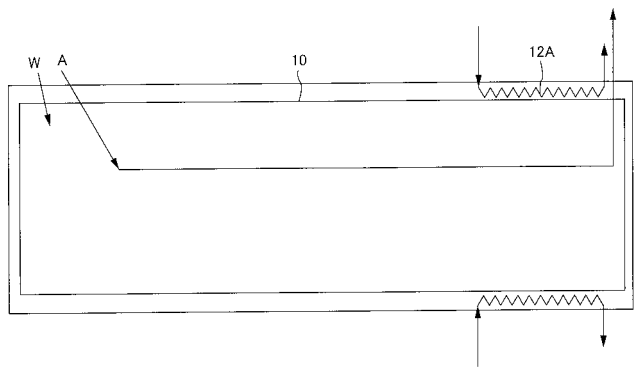
【 図 1 2 】



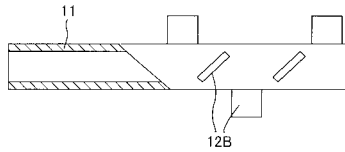
【 図 1 3 】



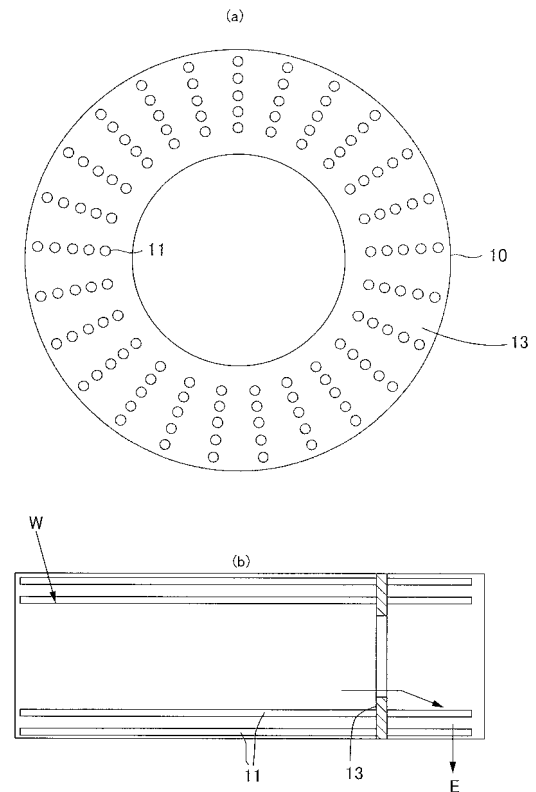
【 図 1 4 】



【図 15】



【図 16】



## 【手続補正書】

【提出日】平成28年2月4日(2016.2.4)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、横型回転式乾燥機による乾燥方法及び乾燥システムに関する。

【背景技術】

【0002】

石炭や鉱石等の被処理物を乾燥する乾燥機としては、スチームチューブドライヤー（以下「STD」という。）、コイルインチューブ（特許文献1）、ロータリーキルン等が多用されている。石炭や鉱石は、製鉄や精錬の原料、発電燃料等として用いられ、これらを安定的にかつ大量に処理することが要求されるため、この要求に適う乾燥機として、前記の各乾燥機が採用されている。

【0003】

STDは被処理物を間接加熱するため、熱効率が高く、単位容量当たりの処理量も多い。また、大型化も可能であるため、大量処理の要求に適している。

【0004】

コイルインチューブも被処理物を間接加熱するため、前記STDと同様に、熱効率が高く、単位容量当たりの処理量も多い。しかし、STDに比べて大型化が難しいという欠点がある。例えば、前記STD1台で処理できる量をコイルインチューブで処理しようと

たとき、複数台必要となる場合がある。

【 0 0 0 5 】

ロータリーキルンは、被処理物に熱風を当てて直接乾燥させるため、間接加熱に比べて熱効率が悪いという欠点がある。また、排気処理設備が非常に大きくなるという欠点もある。かかる理由から、大量の被処理物を処理する乾燥機としては、STDに優位性がある。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 実用新案登録第 2 5 1 5 0 7 0 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

近年は、被処理物の大量乾燥処理の要求が強くなり、その要求に応えるため、乾燥機の大型化が進んでいる。STDの大型化を例に挙げると、シェル径が 4 m で、本体長が 3 0 m 以上のものも作られている。

【 0 0 0 8 】

他方で、大型のSTDあるいは小型のSTDにより、石炭や樹脂原料などの着火燃焼のおそれがある被処理物を乾燥させる場合、STDを含め被処理物及び乾燥物の搬送系をN<sub>2</sub>ガス等の不活性ガスのキャリアガスで充填させることにより、酸素の混入を防止する方が採られている。

また、加熱操作で飛散した水又は揮発分の蒸気を、N<sub>2</sub>ガス等の不活性ガスを、露点にならないように循環使用し、この循環系内で水又は揮発分をコンデンスさせて系外に除去し、N<sub>2</sub>ガス等の不活性ガスそのものは循環使用するようにしている。

【 0 0 0 9 】

しかし、このことが要因となって次の問題が残る。第 1 に、不活性ガスの必要な循環量は設備の規模にも依存するが、大型設備では、循環ラインのファンやダクトも大型化し、電力消費量及び設備費が高む。

第 2 に、循環系内での水又は揮発分のコンデンスには、冷却水が使用されることが一般的であるために、ガス温度は 2 0 ~ 5 0 で使用されることが多い。

循環系の湿ガスの容量を低減するためには、循環する不活性ガスの容量を低減させることが必要になってくる。

【 0 0 1 0 】

この場合、コンデンサに流入する乾燥機からの排ガス温度を上げて、露点をも上昇させれば理論的には問題解決が可能である。

しかし、品温の制限（被処理物表面での結露防止のため）と飽和ガスであることとによって、放熱等による結露が問題となる。

大型のSTDでは、被処理物の充填率が大きいと充填部が過熱状態となり、ガス側での冷却、並びに蒸発蒸気の移動が少ないと、露点が増え、排出側で結露が発生する。

かかる結露状態は、乾燥物の種類によっては極度に避ける必要がある場合が多く、その例として石炭やある種の樹脂原料などがある。

【 0 0 1 1 】

したがって、本発明の主たる課題は、結露を防止しながら、キャリアガス量を低減できる横型回転式乾燥機による乾燥方法を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

上記課題を解決した本発明方法は次記のとおりである。

一端側に被処理物の供給口を、他端側に被処理物の排出口を有し、軸心周りに回転自在な回転筒と、加熱媒体が通る多数の加熱管を前記回転筒内に設け、被処理物を前記回転筒の一端側に供給して他端側から排出する過程で、前記加熱管により被処理物を加熱して乾

燥させる横型回転式乾燥機において、

次の条件の全てを満たす、

(1) 前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる、

(2) 前記回転筒の他端側において前記キャリアガスを加熱する、  
ことを特徴とする横型回転式乾燥機による乾燥方法。

【0013】

本発明に係る乾燥方法は、さらに、排出乾燥物の品温を95 以上とする、キャリアガスの排出側の温度を95 以上とする条件をも満たすことが望ましい。

【0014】

本発明のシステムは次記のとおりである。

一端側に被処理物の供給口を、他端側に被処理物の排出口を有し、軸心周りに回転自在な回転筒と、加熱媒体が通る多数の加熱管を前記回転筒内に設け、被処理物を前記回転筒の一端側に供給して他端側から排出する過程で、前記加熱管により被処理物を加熱して乾燥させる横型回転式乾燥機において、

次の条件の全てを満たす、

(1) 前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる手段、

(2) 前記回転筒の他端側に設けた、前記キャリアガスを加熱する加熱手段、  
を有することを特徴とする横型回転式乾燥機による乾燥システム。

【0015】

この加熱手段としては、回転筒の他端側に設けた加熱用トレースを使用できる。

【0016】

また、加熱手段としては、回転筒の他端側に設けた加熱媒体を流通させるジャケット構造としたものも使用できる。

【0017】

さらに、加熱手段は、加熱管の他端側に設けたフィンであることもできる。

【0018】

前記条件のほか、他端側にリテーナを設けることも加えることができる。

【0019】

結露が問題になるのは、主に排出側（回転筒の他端側）である。

本発明においては、回転筒内に不活性のキャリアガスを、一端側から他端側に流通させる並流方式としている。

向流方式の場合には、キャリアガス温度が約20～40 程度であるので、排気温度が低くなり、被処理物供給の入口部での蒸発分がコンデンスして被乾燥物に付着する問題のほか、排ガス温度及び品温の上昇は困難である。

しかるに、並流方式によれば、少ないキャリアガス量であっても、排ガス温度及び品温の上昇が可能である。

さらに、本発明では、排出乾燥物の品温を95 以上、好ましくは97 以上、より望ましくは99 以上とする、並びにキャリアガスの排出側の温度を、95 以上、好ましくは97 以上、より望ましくは99 以上とするので、結露が生じ難くなる。

しかしながら、これらの条件によって、キャリアガスの露点を95 以上にするにより、キャリアガス量を低減できるが、その反面、露点が97 程度であるので、わずかな放熱部であっても結露領域となる。

そこで、他端側に、キャリアガスを加熱する加熱手段を設けて排ガス温度を高めることにより、結露を防止できる。

【0020】

ここで、排出乾燥物の品温及び/又はキャリアガスの排出側の温度を95 以上とすることについて説明を補足する。

表1は、絶対湿度表の一部を抜き出したものである。この表における1kg 乾き空気に

含まれる水蒸気量  $x_s$  は、温度  $t$  の上昇に伴って多くなるが、その水蒸気量  $x_s$  は、87 の場合が  $1000 \text{ g/kg}$  であるのに対し、95 では約 3.1 倍、97 では約 5.5 倍、99 では約 17 倍と飛躍的に増大する。このことは、温度を高めると、ある風量中により多く蒸気を包含できることを意味し、その包含量は 95 以上で顕著に多くなる。

しかるに、従来では、結露を確実に防止することを考慮して、85 ~ 87 の範囲の水蒸気量  $x_s$  ( $\text{g/kg}$ ) を基準としてキャリアガスの送風量及び排出乾燥物の品温を定めていた。

これに対し、排出乾燥物の品温及び/又はキャリアガスの排出側の温度を 95 以上とし、露点を高めることによって、必要な水分量を排気するための、キャリアガスの風量を低減できる。しかし、前述のように結露の発生が微妙である領域での運転となる問題として浮き上がってくる。しかし、本発明に従って、回転筒の他端側に、キャリアガスを加熱する加熱手段を設けることにより結露を防止できるのである。

【0021】

【表1】

温度 (°C)	$x_s$ (g/kg)
85	828
86	908
87	1000
88	1110
89	1240
90	1400
91	1590
92	1830
93	2135
94	2545
95	3120
96	3990
97	5450
98	8350
99	17000

【0022】

なお、本発明における排出乾燥物の品温は、回転筒の排出口から排出された直後の乾燥物の温度をいう。

また、キャリアガスの排出側の温度は、回転筒のガス排出口から排出された直後のキャリアガスの温度をいう。

【0023】

さらに、本発明の「他端側」とは、回転筒の他端からその全長に対して 50% 未満をいう。好ましくは、回転筒の内径  $D$  基準で、排出乾燥物の排出口中心から被処理物の供給口が形成された一端側に、 $(0.5 \sim 3.5) D$  までの長さまでの範囲が好ましい。より望ましくは  $(0.5 \sim 2.0) D$  までの長さ範囲である。

加熱手段の配設長さが短いと加熱が十分でなく、加熱手段の配設長さが過度に長いと加熱エネルギーロスが大きくなり、かつ設備費も嵩む。

【発明の効果】

【0024】

以上のように、本発明によれば、結露を防止しながら、キャリアガス量を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

- 【図 1】本発明に係る横型回転式乾燥機例の斜視図である。  
 【図 2】本発明に係る横型回転式乾燥機例の側面図である。  
 【図 3】スクリーフィーダ及びその周辺を示した側面図である。  
 【図 4】回転筒の他端側の拡大図（側面図）である。  
 【図 5】本発明に係る横型回転式乾燥機（変形例）の側面図である。  
 【図 6】図 5 の X - X 線断面図である。  
 【図 7】供給方式がシュート式である場合の側面図である。  
 【図 8】供給方式が振動トラフ式である場合の側面図である。  
 【図 9】回転筒の排出側の構造例を示す側面図である。  
 【図 10】横型回転式乾燥機の加熱管の配置（第 1 配置形態）例を示した横断面図である。

【図 11】横型回転式乾燥機の加熱管の配置（第 2 配置形態）例を示した横断面図である。

- 【図 12】結露の発生の説明用グラフである。  
 【図 13】ジャケット設置例の概要図である。  
 【図 14】トレース配管の設置例の概要図である。  
 【図 15】フィン形成例の概要図である。  
 【図 16】リテーナの設置例の概要図である。  
 【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の好適な実施形態について、図を用いて更に説明する。なお、以下の説明及び図面は、本発明の実施形態の一例を示したものにすぎず、本発明の内容をこの実施形態に限定して解釈すべきでない。

【0027】

（被処理物 W）

まず、乾燥対象物としての被処理物 W について限定はなく、その具体例として、石炭、銅鉱石、鉄粉、亜鉛粉等の鉱石、金属系物質、石膏、アルミナ、ソーダ灰等の無機系物質、脱水汚泥等を挙げることができる。

しかしながら、本発明は石炭の乾燥の場合が特に効果が顕著にあらわれる。

【0028】

（間接加熱横型回転式乾燥機）

次に、本発明に係る横型回転式乾燥機（以下、「STD（Steam Tube Dryer）の略称」ともいう。）について説明する。この横型回転式乾燥機の構造は、図 1 及び図 2 に例示するように、円筒状の回転筒 10 を有し、この回転筒 10 の軸心が水平面に対して若干傾くようにして設置されており、回転筒 10 の一端が他端よりも高く位置している。回転筒 10 の下方には、2 台の支持ユニット 20 及びモーターユニット 30 が回転筒 10 を支持するようにして設置されており、回転筒 10 は、モーターユニット 30 によって、自身の軸心回りに回転自在とされている。この回転筒 10 は、一方向に回転するようになっている。その方向は任意に定めることができ、例えば、一端側（被処理物 W の供給口側）から他端側（被処理物 W の排出口側）を見て、反時計回り（矢印 R 方向）に回転させることができる。

【0029】

回転筒 10 の内部には、金属製のパイプであるスチームチューブ（加熱管）11 が、被乾燥物への伝熱管として、回転筒 10 の軸心に沿って延在して多数取り付けられている。この加熱管 11 は、例えば回転筒 10 の軸心に対して同心円を成すように周方向及び径方向に複数本ずつ配列されている。この加熱管 11 は、加熱媒体である蒸気等が加熱管 11 の内部を流通することで温められる。

【0030】

スクリーフィーダ 42 の近傍には、供給口 41 からキャリアガス A（不活性ガス）を回転筒 10 の内部に吹き込むガス吹き込み手段（図示しない）が設けられており、このガス

吹込み手段によって吹き込まれたキャリアガスAは、回転筒10の他端側に向かって回転筒10の内部を流通する。

【0031】

図2、図4に示すように、回転筒10の他端側における周壁には、複数の排出口50が貫通して形成されている。排出口50は、回転筒10の周方向に沿って複数形成され、図2、図4の例では、2つの列を成すように相互に離間して形成されている。また、複数の排出口50は、全て同形とされているが、異形とすることもできる。

また、図1に明示されているように、処理物Eは、排出口50群を覆う下方に排出口を有するフード35を介在させて下方に排出するようにするのが望ましい。

【0032】

また、回転筒10の他端側には、加熱管11内に蒸気を供給する蒸気供給管70とドレン管71とが設けられている。

【0033】

なお、前記回転筒10の他端側内部に、被処理物Wを攪拌する攪拌手段(詳細構造は図示していない)を設けても良い。

【0034】

また、図5、図6に示すように、回転筒10には、複数の排出口50を有する他端側を覆うように、被処理物W及びキャリアガスAを排出可能な分級フード55を設けても良い。この分級フード55は、たとえば肉厚な金属から形成されており、底面に、乾燥及び分級された被処理物Wの乾燥物、つまり処理物Eを排出する固定排出口57を、天面にキャリアガスAを排気する固定排気口56を、それぞれ有する。

【0035】

(乾燥過程)

次に、図1～図4を参照しながら、横型回転式乾燥機で被処理物Wを乾燥する過程を説明する。

【0036】

被処理物Wは、供給口41からスクリーフィーダ42内に供給され、このスクリーフィーダ42内部に設置されたスクリーを図示しない駆動手段によって回動させることによって、回転筒10の内部に供給される。供給口41から供給された被処理物Wは、蒸気によって加熱された加熱管11、11...に接触して乾燥されつつ、回転筒10の他端側に移動し、排出口50を介してフード35から処理物Eとして排出される。

【0037】

他方、回転筒10の一端側に設けられた吹込み手段によって、供給口34(図1の例)又は供給口41(図2の例)から吹き込まれたキャリアガスAは、回転筒10内を通過して、被処理物Wの排出口でもある排出口50から回転筒10外に排気される。

【0038】

また、蒸気供給管70から加熱管11内に供給した蒸気は、被処理物Wと加熱管11が接触して熱交換することにより、加熱管11内を流れる過程で冷却されてドレンDになり、ドレン管71から排出される。

【0039】

(変形例)

次に、図5、図6を参照しながら、攪拌手段65及び分級フード55を備えた横型回転式乾燥機を用いる場合についての動作についても説明する。この場合において、前記説明と重複する部分は、省略する。

【0040】

回転筒10内に供給された被処理物Wは、攪拌手段65の存在する位置まで到達すると、攪拌手段65によって攪拌され、続いて、図6に示すように、回転筒10の回転に伴って回動する搔上板60によって搔き上げられる。搔き上げられた被処理物Wは、搔上板60が回転筒10の上側に位置すると、自然に落下し、その際に被処理物Wに含まれる微粒子Cが回転筒10内に分散する(いわゆるフライトアクション)。

## 【0041】

他方、回転筒10の一端側に設けられた吹込み手段によって、供給口41から吹き込まれたキャリアガスAは、回転筒10内を通過して、被処理物Wの排出口でもある排出口50から回転筒10外に排気される。この際、キャリアガスAは、掻上板60によって回転筒10内に分散された微粒子Cを伴って排出口50から排気される。排出口50から排気されたキャリアガスAは、固定排気口56を介して分級フード55から排気される。

## 【0042】

被処理物Wのうち、粒子径が大きく重量が重い粒子は、回転筒10内において落下し、キャリアガスAに伴うことなく、下側に位置した排出口50から自然落下する。この自然落下した粒子(被処理物W)は、固定排出口57から処理物Eとして外部に排出される。

## 【0043】

(被処理物の供給方式の変形例)

本発明に係る横型回転式乾燥機の被処理物の供給手段の変形例を説明する。

横型回転式乾燥機へ被処理物を供給する方式には、前記スクリー式(図3)のほか、シュート式(図7)や振動トラフ式(図8)なども使用できる。シュート式では、供給シュート46が吸気ボックス45と結合しており、供給口41から供給した被処理物Wが、供給シュート46内を落下し、回転筒10内へ移動する。吸気ボックス45がシールパッキン47を介して回転筒10に接続しており、回転筒10と吸気ボックス45間のシールを維持しながら、回転筒10が回転する構造になっている。振動トラフ式では、吸気ボックス45がトラフ(断面形状が凹状)であり、その吸気ボックス45の下端に振動モータ48とばね49が結合している。供給口41から供給した被処理物Wは、トラフの上に落下する。そして、振動モータ48により吸気ボックス45が振動することにより、被処理物Wが回転筒10内へと移動する。吸気ボックス45を取り付ける際は、被処理物Wが移動しやすいように、回転筒へ向かって下る傾斜を持たせると良い。

## 【0044】

(回転筒変形例)

回転筒10の断面形状は、後述する円形のほか、必要ならば矩形(六角形など)にしても良い。矩形の回転筒10を回転すると、回転筒10ではその角部により被処理物Wが持ち上がるため、被処理物Wの混合性が良くなる利点がある。一方で、円形の場合に比べて、回転筒10の断面積が狭くなるため、配置する加熱管の数が減るというデメリットも存在する。

## 【0045】

(処理物の排出方式の変形例)

横型回転式乾燥機から乾燥処理物Eを排出する方式としては、図9のような形態も採用できる。かかる形態において、キャリアガスAは、回転筒10内から、隔壁23の内側を介してケーシング80を通り、その上部のキャリアガス排出口33から排出される。このキャリアガスAが再利用ガスである場合は、キャリアガスA中に粉塵等が含まれているが、隔壁23の内側、すなわちガス通路U2には、リボンスクリューZが配されているため、ガスに混入している粉塵等は、このリボンスクリューZによって捕捉される。捕捉された粉塵等は、リボンスクリューZの送り作用により開口部21、22へ向かって送られ、ケーシング80内へ排出される。排出された粉塵等は、自由落下により排出ケーシング下方の排出口32から排出される。

## 【0046】

また、回転筒10の回転に伴って、スクリー羽根24も回転する。従って、被処理物Wが乾燥した乾燥処理物Eは、送り出し通路U1内を、開口部21、22へ向かってスクリー羽根24の送り作用により送られ、開口部21、22から排出される。排出された乾燥物Eは、自重により排出ケーシング下方の排出口32から排出される。

## 【0047】

他方、ケーシング80を貫き、隔壁23内へ延在する蒸気経路(内部蒸気供給管61及び内部ドレン排出管62)が、回転筒10と一体で設けられている。内部蒸気供給管61

は、端板部 17 における加熱管 11 の入口ヘッダ部に、内部ドレン排出管 62 は端板部 17 における加熱管 11 の出口ヘッダ部に連通している。また、蒸気供給管 70 及びドレン排出管 71 は、回転継手 63 を介して、内部蒸気供給管 61 及び内部ドレン排出管 62 にそれぞれ連結している。

【0048】

(回転筒の支持構造変形例)

そのほか、回転筒 10 の支持構造は、回転筒 10 の外周に 2 つのタイヤ部材 20, 20 を取り付ける前記支持構造のほか、一端側に設けたスクリーケーシング 42 と、他端側に設けたガス管 72 の外周にベアリング (図示しない) を取り付け、このベアリングを支持する構造や、前記タイヤ部材 20 とベアリングを組み合わせる支持構造にしても良い。

【0049】

加熱管 11 の本数とともに、加熱管 11 の配置は適宜選択できる。たとえば図 10 のように放射半径線に沿った配置の他、図 11 のように曲線でもよい。

【0050】

<本発明の条件>

さて、本発明では、上述のように、次の条件の全てを満たすことが必要である。

(1) 前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる、

(2) 排出乾燥物の品温を 95 以上とする、

(3) キャリアガスの排出側の温度を 95 以上とする、

(4) 前記他端側に、前記キャリアガスに対する加熱手段を設ける。

【0051】

ここで (1) の条件については、既述の形態で満足する。

他方、(2) 品温を 95 以上とする条件、及び (3) キャリアガスの排出側の温度を 95 以上とする条件については、加熱管内に流通させる加熱媒体の温度を定めるほか、回転速度と加熱管の配置なども選定する。

【0052】

しかし、条件 (2) 及び (3) を満たすために重要な要素は、キャリアガスの温度及び回転筒内を通るキャリアガスの風量である。

【0053】

しかしながら、これらの要素のみでは十分でないことが多いから、キャリアガスに対する加熱手段を設ける。

その例として、図 13 に示すように、回転筒 10 の他端側にこれを囲むジャケット 12 を設け、回転筒 10 の外壁面とジャケット 12 の内壁の間に加熱媒体 S を流し、回転筒 10 の外側からも加熱を行うのが望ましい。

その結果、ジャケット 12 を設けない場合と比べて、被処理物 W の乾燥速度を上げることができるほか、他端側 (排出側) でのキャリアガス A の温度を高め、結露の防止に適している。

この加熱媒体 S の例として、95 以上 (好ましくは 99 以上) ~ 200 の蒸気、工場 (特に製鉄所) でのオフガス等を挙げることができる。

【0054】

そのほか、前記ジャケット 12 の代わりに、図 14 に示すように、回転筒 10 を囲むようにトレース配管 12A を複数設ける形態も好適である。

【0055】

ここで、「排出乾燥物の品温」は、排出口を通る温度として規定できるが、通常はフード 35 の出口温度を指標としてもよい。

他方で、「キャリアガスの排出側の温度」としては排出口での出口温度を指標とするのが現実的である。

【0056】

また、図 15 に示すように、加熱管 11 の排出側にフィン 12B を設け、キャリアガス

及び被処理物との接触率を高め、排出乾燥物の品温及びキャリアガスの排出側の温度を高めるのに有効な加熱手段となる。

【0057】

他方、排出側でのホールドアップを調節し、充填率を低減させるために、図16に示すようにリテーナ13を設けることができる。リテーナ13の高さは適宜選択すればよい。

リテーナ13を設けることで、それより下流側では停滞が少なく排出が行われるために、「排出乾燥物」の充填率を低減して、排出乾燥物の品温及びキャリアガスの排出側の温度を高めることができる。

【0058】

さて、ある石炭種の場合における乾燥変化グラフである図12に着目すると、ガス露点はキャリアガス量が多い場合と少ない場合で異なる。そして、ガス露点より品温が低いと図示の「結露領域」において結露が生じる。したがって、図示のように、キャリアガス温度及び品温を高めると、結露防止を図ることが解るであろう。

【0059】

(比較例)

ある石炭種の場合において、図12に示すように、恒率～減率域において品温が約80～90程度であり、ガス温度及びガス露点も同様な温度域で操作する場合、たとえば100 wet T/hで供給し、水分を10 wt%から5 wt%まで並流方式で乾燥させる際に、結露を防止するために必要な排気量は、蒸発水量を含んで約250 m<sup>3</sup>/minとなり、排気処理には集塵機のろ過面積は約250 m<sup>2</sup>、排気ブロワ約45 kWが必要であった。

【0060】

(実施例)

これに対し、本発明の条件では、キャリアガス量を比較例の約20%で足りることが判明した。

そして、乾燥品は粉塵爆発や発火の危険性を考慮して熱間成形される場合が多い。この場合には、品温を約100～150に昇温させる必要があるが、実施例においては、乾燥製品の品温を高くしてあるので、熱間成形に適するものとなる利点も見出された。

【符号の説明】

【0061】

- 10 回転筒
- 11 スチームチューブ(加熱管)
- 12 ジャケット12
- 12A トレース配管
- 12B フィン
- 13 リテーナ
- 41 供給口
- 50 排出口
- 55 分級フード
- 56 固定排気口
- 57 固定排出口
- A キャリアガス
- E 処理物
- W 被処理物

【手続補正2】

【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】**

一端側に被処理物の供給口を、他端側に被処理物の排出口を有し、軸心周りに回転自在な回転筒と、加熱媒体が通る多数の加熱管を前記回転筒内に設け、被処理物を前記回転筒の一端側に供給して他端側から排出する過程で、前記加熱管により被処理物を加熱して乾燥させる横型回転式乾燥機において、

次の条件の全てを満たす、

(1) 前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる、

(2) 前記回転筒の他端側において前記キャリアガスを加熱する、  
ことを特徴とする横型回転式乾燥機による乾燥方法。

**【請求項 2】**

一端側に被処理物の供給口を、他端側に被処理物の排出口を有し、軸心周りに回転自在な回転筒と、加熱媒体が通る多数の加熱管を前記回転筒内に設け、被処理物を前記回転筒の一端側に供給して他端側から排出する過程で、前記加熱管により被処理物を加熱して乾燥させる横型回転式乾燥機において、

次の条件の全てを満たす、

(1) 前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる、

(2) 排出乾燥物の品温を 95 以上とする、

(3) キャリアガスの排出側の温度を 95 以上とする、

(4) 前記回転筒の他端側において前記キャリアガスを加熱する、  
ことを特徴とする横型回転式乾燥機による乾燥方法。

**【請求項 3】**

一端側に被処理物の供給口を、他端側に被処理物の排出口を有し、軸心周りに回転自在な回転筒と、加熱媒体が通る多数の加熱管を前記回転筒内に設け、被処理物を前記回転筒の一端側に供給して他端側から排出する過程で、前記加熱管により被処理物を加熱して乾燥させる横型回転式乾燥機において、

次の条件の全てを満たす、

(1) 前記回転筒内に不活性のキャリアガスを、前記一端側から他端側に並流方式で流通させる手段、

(2) 前記回転筒の他端側に設けた、前記キャリアガスを加熱する加熱手段、  
を有することを特徴とする横型回転式乾燥機による乾燥システム。

**【請求項 4】**

加熱手段は、回転筒に設けた加熱用トレースである請求項 3 記載の横型回転式乾燥機による乾燥システム。

**【請求項 5】**

加熱手段は、回転筒の他端側に設けた加熱媒体を流通させるジャケット構造である請求項 3 記載の横型回転式乾燥機による乾燥システム。

**【請求項 6】**

加熱手段は、加熱管の他端側に設けたフィンである請求項 3 記載の横型回転式乾燥機による乾燥システム。

**【請求項 7】**

前記回転筒の他端側内部にリテーナが設けられている請求項 3 記載の横型回転式乾燥機による乾燥システム。

フロントページの続き

(72)発明者 諏訪 聡

東京都中央区晴海三丁目5番1号 月島機械株式会社内

Fターム(参考) 3L113 AA06 AB05 AC16 AC28 AC61 AC68 BA02 DA23