

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5143037号

(P5143037)

(45) 発行日 平成25年2月13日(2013.2.13)

(24) 登録日 平成24年11月30日(2012.11.30)

(51) Int.Cl.

F 1

F 2 3 K 3/00 (2006.01)

F 2 3 K 3/00 3 0 2

F 2 3 C 10/22 (2006.01)

F 2 3 C 10/22

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2009-21447 (P2009-21447)  
(22) 出願日 平成21年2月2日(2009.2.2)  
(65) 公開番号 特開2010-175214 (P2010-175214A)  
(43) 公開日 平成22年8月12日(2010.8.12)  
審査請求日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(73) 特許権者 000211307  
中国電力株式会社  
広島県広島市中区小町4番33号  
(74) 代理人 100126561  
弁理士 原嶋 成時郎  
(72) 発明者 藤重 英樹  
広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内  
(72) 発明者 藤井 大生  
広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内

審査官 中村 則夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流動床ボイラへの木質系バイオマス供給方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

木質系バイオマスをチップ状に粉碎し、発電設備内の余剰空気によって前記チップ状の木質系バイオマスを搬送して、このチップ状の木質系バイオマスと石炭と水などを混合、攪拌してペースト状の燃料とし、このペースト状の燃料を流動床ボイラに供給する、ことを特徴とする流動床ボイラへの木質系バイオマス供給方法。

【請求項2】

前記ペースト状の燃料が前記流動床ボイラへの供給に適した粘度になるように、前記チップ状の木質系バイオマスと石炭と水などを混合、攪拌する、ことを特徴とする請求項1に記載の流動床ボイラへの木質系バイオマス供給方法。

【請求項3】

木質系バイオマスを前記流動床ボイラへの供給に適した大きさに粉碎する、ことを特徴とする請求項1または2のいずれか1項に記載の流動床ボイラへの木質系バイオマス供給方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、木質系バイオマスを燃料として流動床ボイラに供給する流動床ボイラへの木質系バイオマス供給方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（RPS法）の施行などに伴い、バイオマスを燃料として活用する試みや実運用が広く行われている。このような状況の下、間伐材や建築廃木材などの木質系バイオマスを燃料としてボイラに供給する燃料供給システムが知られている（例えば、特許文献1参照。）。この燃料供給システムは、木質系バイオマスを炭化させた後に粉砕機で粉砕して細粉化し、細粉化した木質系バイオマスを造粒機により造粒してペレット化する。さらに、ペレット化した木質系バイオマスを解砕機で細粉化してボイラに投入する。そして、ペレット化することで保管性と輸送性に優れ、また、細粉化してボイラに投入することで燃焼効率が向上する、というものである。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2007-091893号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

ところで、加圧流動床複合発電（PFBC：Pressurized Fluidized Bed Combustion）などでは、下側から空気を吹き付けて燃料と流動媒体（ベッドマテリアル）とを浮遊（流動）させ、浮遊状態の燃料を燃やす流動床（流動層）ボイラが用いられている。このような流動床ボイラに木質系バイオマスを燃料として使用する試みは、これまでなされていなかった。そして、流動床ボイラに木質系バイオマスを燃料として使用しようとする場合、炉内の圧力が高いため、木質系バイオマスを炉内に直接投入、供給することが困難である。また、流動床ボイラでは、石炭と石灰石と水などを混合した湿式でペースト状の燃料（CWP：Coal Water Paste）を使用する、という特徴を有する。

20

## 【0005】

このため、このような流動床ボイラに対して木質系バイオマスを燃料として供給する技術が求められるが、上記特許文献1に記載されたシステムでは、ペレット化した木質系バイオマスを細粉化してボイラに直接投入するため、流動床ボイラに適用することができない。しかも、木質系バイオマスを炭化しなければならないため、多大な費用とエネルギーを要する。

30

## 【0006】

そこでこの発明は、木質系バイオマスを燃料として流動床ボイラに供給することが可能な流動床ボイラへの木質系バイオマス供給方法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】

## 【0007】

40

上記目的を達成するために請求項1に記載の発明は、木質系バイオマスをチップ状に粉砕し、発電設備内の余剰空気によって前記チップ状の木質系バイオマスを搬送して、このチップ状の木質系バイオマスと石炭と水などとを混合、攪拌してペースト状の燃料とし、このペースト状の燃料を流動床ボイラに供給する、ことを特徴とする流動床ボイラへの木質系バイオマス供給方法である。

## 【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の木質系バイオマス供給方法において、前記ペースト状の燃料が前記流動床ボイラへの供給に適した粘度になるように、前記チップ状の木質系バイオマスと石炭と水などとを混合、攪拌する、ことを特徴とする。

50

## 【0009】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の木質系バイオマス供給方法において、木質系バイオマスを前記流動床ボイラへの供給に適した大きさに粉碎する、ことを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0014】

請求項1に記載の発明によれば、チップ状の木質系バイオマスと石炭と水などを混合、攪拌したペースト状の燃料を流動床ボイラに供給する。つまり、木質系バイオマスを直接流動床ボイラに投入せずに、流動床ボイラに適したペースト状にして供給する。しかも、木質系バイオマスと石炭と水などを混合、攪拌した均一性状の燃料を流動床ボイラに供給する。このため、木質系バイオマスが燃料として適正に流動床ボイラに供給され、木質系バイオマスが適正に燃焼可能となる。

10

## 【0015】

請求項2に記載の発明によれば、ペースト状の燃料が流動床ボイラへの供給に適した粘度にされているため、木質系バイオマスを燃料として適正に流動床ボイラに供給することが可能となる。

## 【0016】

請求項3に記載の発明によれば、流動床ボイラへの供給に適した大きさに木質系バイオマスが粉碎されているため、木質系バイオマスを燃料として適正に流動床ボイラに供給することが可能となる。

20

## 【0017】

また、請求項1に記載の発明によれば、発電設備内の余剰空気によってチップ状の木質系バイオマスを搬送するため、既存の設備、資源を活用して、簡易かつ低コストで木質系バイオマスを燃料として流動床ボイラに供給することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0019】

【図1】この発明の実施の形態に係る流動床ボイラへの木質系バイオマス供給設備とその周辺設備を示す概略構成図である。

30

【図2】図1の木質系バイオマス供給設備の一部を示す図である。

【図3】図1の木質系バイオマス供給設備の竹破碎機による破碎工程を示す図である。

【図4】図3の破碎工程において10mm以下チップを貯蔵する工程を示す図である。

【図5】図4の工程で貯蔵された10mm以下チップをチップホッパに投入する工程を示す図である。

【図6】図5の工程の後に、10mm以下チップを混練機用給炭機側に送る工程を示す図である。

【図7】この発明の実施の形態における発電所内の空気系統を示す図である。

【図8】図1の木質系バイオマス供給設備以降の設備の一部を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

40

## 【0020】

以下、この発明を図示の実施の形態に基づいて説明する。

## 【0021】

図1は、この発明の実施の形態に係る流動床ボイラへの木質系バイオマス供給設備（以下、「木質系バイオマス供給設備」という）とその周辺設備を示す概略構成図である。この木質系バイオマス供給設備は、木質系バイオマスを燃料として加圧流動床ボイラ（流動床ボイラ）7に供給する設備であり、主として、混練機用給炭機1と、竹破碎機（粉碎手段）2と、混練機（混練手段）3と、粘度計4と、CWPタンク5と、CWPポンプ（搬送手段）6とを備えている。ここで、木質系バイオマスには間伐材や建築廃木材、コーヒークスなどが含まれ、この実施の形態では、木質系バイオマスが竹の場合について説明す

50

る。

#### 【0022】

混練機用給炭機1は、中継ホッパから供給された粗粉碎炭（石炭）と、石灰石コンベヤを介して石灰石パンカから供給された石灰石とを受け入れて、これらを混練機3に供給するコンベヤである。すなわち、図2に示すように、混練機用給炭機1のコンベヤ11の一端側で粗粉碎炭と石灰石とを受け入れ、他端側から粗粉碎炭と石灰石とを混練機3に供給するものである。

#### 【0023】

竹破碎機2は、木質系バイオマスである竹をチップ状に破碎（粉碎）する装置であり、図3に示すように、1次破碎装置21と、選別機22と、2次破碎装置23とを備えている。10  
1次破碎装置21は、素材である竹Mを破碎する装置であり、この実施の形態では、移動式のカッターミルから構成されている。すなわち、まず2枚のチップナイフで竹Mを切断し、続いて複数枚のハンマーナイフと固定刃で、切断した竹Mをさらに細かく粉碎するものである。選別機22は、1次破碎装置21で破碎して生成された竹チップを大きさにより選別するふるい（スクリーン）である。この実施の形態では、直径が2mm以下で長さが10mm以下の竹チップ（以下、「10mm以下チップ」という）と、それよりも大きい竹チップ（以下、「10mm超チップ」という）とに選別できるように、ふるいの目の大きさが設定されている。

#### 【0024】

2次破碎装置23は、1次破碎装置21で生成された竹チップ（10mm超チップ）をさらに細かく粉碎する装置であり、この実施の形態では、加湿式のロッドミルから構成されている。すなわち、円筒形のドラム内に複数の鋼棒が配設され、ドラム内に竹チップを収容した状態でドラムに円振動を与えることで、鋼棒が竹チップに激しく衝突し、竹チップを細かく粉碎するものである。20

#### 【0025】

このような竹破碎機2により、まず、竹Mを1次破碎装置21に投入して竹チップを生成し、この竹チップを選別機22で選別する。そして、10mm以下チップはそのままフレキシブルコンテナバッグ（以下、「フレコンバッグ」という）に入れて保管し、10mm超チップは2次破碎装置23でさらに粉碎して、10mm以下チップにした後にフレコンバッグに入れて保管するものである。すなわち、図4に示すように、10mm超チップ30  
を収容したフレコンバッグ100を、搬送モノレール24によって2次破碎装置23まで搬送し、10mm超チップを投入シュート231から2次破碎装置23に投入する。そして、2次破碎装置23で粉碎した竹チップを選別機22で選別し、10mm以下チップのみを保管するものである。なお、10mm以下チップは、ユニック車101などで保管場所（積揚げ場所）まで搬送する。

#### 【0026】

このように10mm以下チップのみを保管して、後述するように燃料として使用するの  
は、10mm以下チップが加圧流動床ボイラ7への供給に適した大きさだからである。具  
体的には、後述する混練機3において、所定の粘度かつ均一性状のペースト状の燃料が得  
られ、CWPポンプ6などによる搬送が円滑に行われ、かつ加圧流動床ボイラ7による燃  
焼が適正に行われるためである。このため、木質系バイオマスが竹M以外の場合には、そ  
の性状などに応じて、加圧流動床ボイラ7への供給に適した大きさに粉碎する。例えば、  
建設廃材の場合、直径が2mm以下で長さが6mm以下のチップとする。また、コーヒー  
かすなど、素材の状態で加圧流動床ボイラ7への供給に適した大きさになっている場合  
には、竹破碎機2で破碎する必要はない。従って、このようなコーヒーかすなどの場合  
には、前工程（前段階）でチップ状に粉碎されているとして、本発明の適用範囲に含まれる。40

#### 【0027】

次に、竹チップ（10mm以下チップ）の搬送経路について説明する。まず、図5に示すように、竹チップを収容したフレコンバッグ100を、クレーン車102などによって  
チップホッパ103の上方に運び、竹チップをチップホッパ103に投入する。投入され50

た竹チップは、チップホッパ103の下側に配設されたサークルフィーダ104によって2つのシュート105に送られる。各シュート105の排出側には、空気輸送機（ジェクタ）106が配設され、この空気輸送機106には、図6に示すように、後述する所内用エアヘッダ132からの空気（発電設備内の余剰空気）が供給されるようになっている。

#### 【0028】

また、空気輸送機106の排出口には輸送管107が接続され、この輸送管107の他端部は集塵装置（サイクロンセパレータ）108に接続されている。これにより、シュート105から排出された竹チップが、空気輸送機106から噴出された空気によって輸送管107内に流入し、輸送管107を通過して集塵装置108に送られる（空気圧送される）ようになっている。また、集塵装置108の排出口108aは、混練機用給炭機1のコンベヤ11の前記他端よりも外側で混練機用給炭機1に接続され、排出口108aから排出された竹チップが、コンベヤ11上に載らないようになっている。これは、竹チップをコンベヤ11上に載せると、コンベヤ11の可動部に竹チップが詰まり、コンベヤ11の稼働に支障が生じる場合があるからである。そして、図2に示すように、混練機用給炭機1内の粗粉碎炭と石灰石と竹チップとが、供給口12から混練機3に供給されるものである。なお、集塵装置108には排気ダクト109が接続され、集塵装置108からの排気が排気ダクト109を通過して屋外に排出されるようになっている。

#### 【0029】

上記のように、竹チップは所内用エアヘッダ132からの空気によって混練機3側に搬送されるが、この空気は、次のような発電設備内の余剰空気となっている。すなわち、図7に示すように、発電所内には、制御用空気圧縮機と所内用空気圧縮機とを複数備えている。制御用空気圧縮機は、空気式自動制御機器で使用される高圧空気を供給する圧縮機で、生成された高圧空気が制御用エアヘッダ131に送られ、この制御用エアヘッダ131内の高圧空気が必要に応じて所内ボイラや軸油受入装置などに供給されるようになっている。所内用空気圧縮機は、各系統で使用される高圧空気や作業用空気を供給する圧縮機で、生成された空気が所内用エアヘッダ132に送られ、この所内用エアヘッダ132内の空気が必要に応じてボイラ・タービン作業用や石灰石搬送用などに供給されるようになっている。

#### 【0030】

このような制御用空気圧縮機や所内用空気圧縮機、エアヘッダ131、132は既存の設備であり、この既存の設備を利用して竹チップを混練機3（集塵装置108）側に搬送している。すなわち、図6、7に示すように、既存の所内用エアヘッダ132と各空気輸送機106とをエアホース133で接続し、エアホース133を介して所内用エアヘッダ132から各空気輸送機106に空気を供給することで、上記のようにして竹チップを集塵装置108側に搬送するものである。ここで、制御用空気圧縮機と所内用空気圧縮機としては、例えば、低圧段圧縮エレメントで圧縮された空気をインタークーラで冷却し、高圧段圧縮エレメントで再度圧縮してアフタークーラで冷却するものが挙げられる。

#### 【0031】

混練機3は、10mm以下チップと粗粉碎炭と石灰石と水などとを混合、攪拌（混練）してペースト状の燃料を生成する装置である。すなわち、図2に示すように、主軸31に複数の羽根32が配設され、投入口から投入された10mm以下チップ、粗粉碎炭、石灰石、水およびスラリを、羽根32の回転によって混練するものである。ここで、粗粉碎炭、石灰石、水およびスラリによって、加圧流動床ボイラ7への燃料として通常使用されるCWPが生成され、このCWPに竹Mの10mm以下チップが混合されたペースト状の燃料となる。また、10mm以下チップの割合は、後述するペースト状の燃料の粘度や燃焼性などを考慮して、この実施の形態では、2重量％に設定されている。

#### 【0032】

粘度計4は、混練機3から排出されるペースト状の燃料の粘度を測定する計器であり、混練機3の稼働中に粘度を測定できるようになっている。すなわち、混練機3から排出されたペースト状の燃料を燃料容器に受け入れ、燃料容器が燃料で満たされるとそれ以降流

10

20

30

40

50

入する燃料は後述するCWPタンク5側に流れる。そして、燃料容器内の燃料をロータで攪拌し、一定の回転数で攪拌するのに要するトルクを測定することで、燃料の粘度を測定するものである。

#### 【0033】

このような粘度計4による測定結果は制御装置（図示せず）に送信され、燃料の粘度が規定粘度外の場合には、混練機3に供給する水量が調整されるようになっている。例えば、規定粘度が4～10Pa・Sで、ペースト状の燃料の粘度が10Pa・Sを超える場合には、水量を調整する制御弁41（図1参照）が開閉制御され、水量が調整される。このように、粘度計4と制御弁41と制御装置とによって粘度調整手段が構成され、混練機3で生成される燃料の粘度が規定粘度内になるように調整される。ここで、規定粘度とは、  
10  
加圧流動床ボイラ7への供給に適した粘度であり、具体的には、混練機3において均一性状のペースト状の燃料が得られ、CWPポンプ6や配管などによる搬送が詰まりなどなく円滑に行われ、かつ加圧流動床ボイラ7による燃焼が適正に行われる粘度である。

#### 【0034】

以上のようにして混練機3で生成されたペースト状の燃料は、図2に示すように、第1の分配コンベヤ81上に排出され、第1の分配コンベヤ81によって第2の分配コンベヤ82と第3の分配コンベヤ83とに送られる。さらに、第2の分配コンベヤ82と第3の分配コンベヤ83とから、複数のCWPタンク5に対して燃料が投入されるようになっている。これらの分配コンベヤ81～83は、回転方向を替えることにより搬送方向を替え、燃料を目的の分配コンベヤ82、83やCWPタンク5に送るようになっている。また、  
20  
CWPタンク5はペースト状の燃料を貯留するタンクであり、モータによって回転する回転軸51に複数の羽根52が配設され、投入された燃料を羽根52の回転によって攪拌しながら貯留するようになっている。

#### 【0035】

このようなCWPタンク5の排出口にCWPポンプ6が取り付けられている。このCWPポンプ6は、排出口から排出されたペースト状の燃料を、加圧流動床ボイラ7側に搬送するポンプである。すなわち、CWPポンプ6の吐出口と加圧流動床ボイラ7内に配設された燃料ノズルとが輸送管を介して接続され、CWPポンプ6から送られたペースト状の燃料が、燃料ノズルから噴射して加圧流動床ボイラ7内に供給され、燃焼されるようになっている。  
30

#### 【0036】

加圧流動床ボイラ7で燃料が燃焼され発電が行われると、図8に示すように、加圧流動床ボイラ7から排出された排ガスが、無触媒脱硝装置141で脱硝（窒素酸化物が除去）された後、サイクロン142、143で集塵される。さらに、有触媒脱硝装置144で脱硝され、粉塵を除去するバグフィルタ145を介して、煙突146から排出されるようになっている。

#### 【0037】

次に、このような構成の木質系バイオマス供給設備の作動および、流動床ボイラへの木質系バイオマス供給方法について説明する。まず、竹破砕機2で竹Mがチップ状に破砕され、10mm以下チップが上記のようにして空気圧送されて、混練機3に投入される。同時に、混練機用給炭機1を介して粗粉碎炭と石灰石とが混練機3に投入されるとともに、水およびスラリーなどが混練機3に投入される。次に、混練機3によって10mm以下チップと粗粉碎炭と石灰石と水などが、均一性状になるように混練され、ペースト状の燃料が生成される。このとき、上記のようにして粘度計4で燃料の粘度が測定され、燃料の粘度が規定粘度内になるように、水量が調整される。  
40

#### 【0038】

続いて、ペースト状の燃料が、分配コンベヤ81～83を介してCWPタンク5内に投入、貯留され、CWPポンプ6によって燃料ノズルに送られる。そして、燃料が燃料ノズルから加圧流動床ボイラ7内に供給（噴射）され、燃焼される。その後、加圧流動床ボイラ7から排出された排ガスが、上記のような無触媒脱硝装置141やサイクロン142、  
50

143などを介して、煙突146から排出されるものである。

#### 【0039】

以上のように、この木質系バイオマス供給設備および供給方法によれば、竹Mを直接加圧流動床ボイラ7に投入せずに、チップ状の竹MとCWPとを混合、攪拌し、加圧流動床ボイラ7に適したペースト状の燃料として加圧流動床ボイラ7に供給する。しかも、チップ状の竹MとCWPとを混合、攪拌した均一性状の燃料を加圧流動床ボイラ7に供給するため、竹Mが燃料として適正に加圧流動床ボイラ7に供給され、竹Mが適正に燃焼可能となる。

#### 【0040】

また、加圧流動床ボイラ7への供給に適した大きさに竹Mが粉碎され、しかも、加圧流動床ボイラ7への供給に適した粘度にペースト状の燃料が混合、攪拌されているため、竹Mを燃料として適正に加圧流動床ボイラ7に供給することができる。つまり、所定の粘度かつ均一性状のペースト状の燃料が得られ、CWPポンプ6や配管などによる搬送が円滑に行われ、かつ加圧流動床ボイラ7による燃焼が適正に行われる。さらに、発電設備内の余剰空気によってチップ状の竹Mを搬送するため、既存の設備、資源を活用して、簡易かつ低コストで竹Mを燃料として加圧流動床ボイラ7に供給することができる。

#### 【0041】

実際に、この木質系バイオマス供給設備および供給方法により、竹Mが燃料として適正に加圧流動床ボイラ7に供給され、竹Mが適正に燃焼されることが確認されている。すなわち、CWPポンプ6の吐出圧力や制御油圧力などに異常(チップ状の竹Mを供給しない場合と比較しての大きな変化)がなくCWPポンプ6が適正に稼動し、混練機3のモータ電流値にも異常がないことが確認された。また、混練機3から排出されたペースト状の燃料の粘度および水分量、CWPタンク5内のペースト状の燃料の粘度および水分量が、ともに適正な範囲内にあることが確認された。さらに、加圧流動床ボイラ7内の流動床の層高、層温度および層温度分布などにも異常がなく、また、燃焼効率に大きな変化もなく、加圧流動床ボイラ7による燃焼が適正に行われていることが確認された。加えて、サイクロン142、143における粉塵の粒径などにも異常がないことが確認された。

#### 【0042】

以上、この発明の実施の形態について説明したが、具体的な構成は、上記の実施の形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があっても、この発明に含まれる。例えば、上記の実施の形態では、混練機用給炭機1を介して竹チップを混練機3に供給しているが、直接供給してもよい。また、1次破碎装置21を移動式の Cutter ミルで構成し、2次破碎装置23を加湿式のロッドミルで構成しているが、その他の切断機、粉碎機などで構成してもよい。

#### 【符号の説明】

#### 【0043】

- 1 混練機用給炭機
- 11 コンベヤ
- 2 竹破碎機(粉碎手段)
- 21 1次破碎装置
- 22 選別機
- 23 2次破碎装置
- 3 混練機(混練手段)
- 4 粘度計(粘度調整手段)
- 41 制御弁(粘度調整手段)
- 5 CWPタンク
- 6 CWPポンプ(搬送手段)
- 7 加圧流動床ボイラ(流動床ボイラ)
- 81～83 分配コンベヤ
- 100 フレコンバッグ

10

20

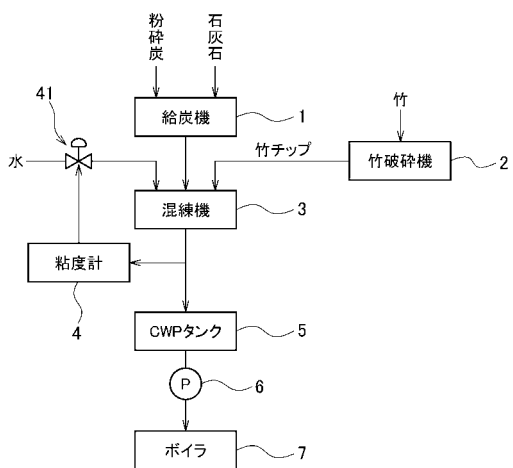
30

40

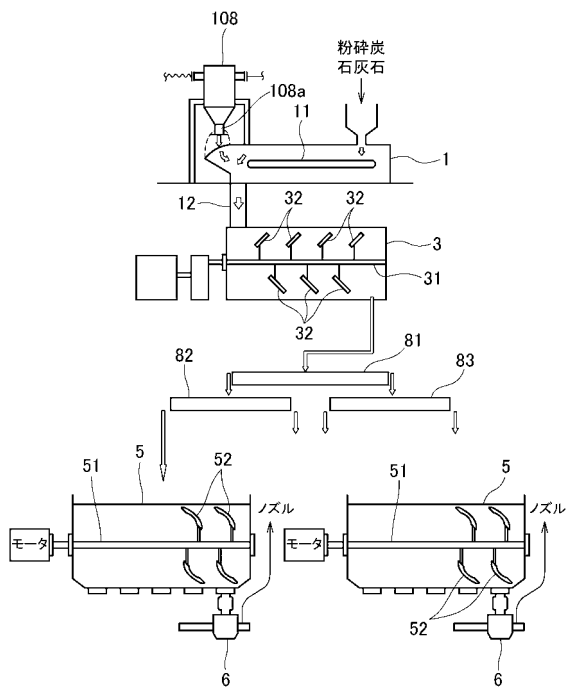
50

- M

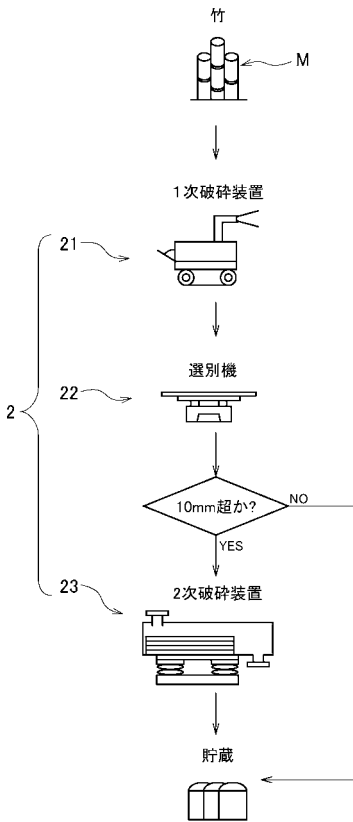
【図 1】



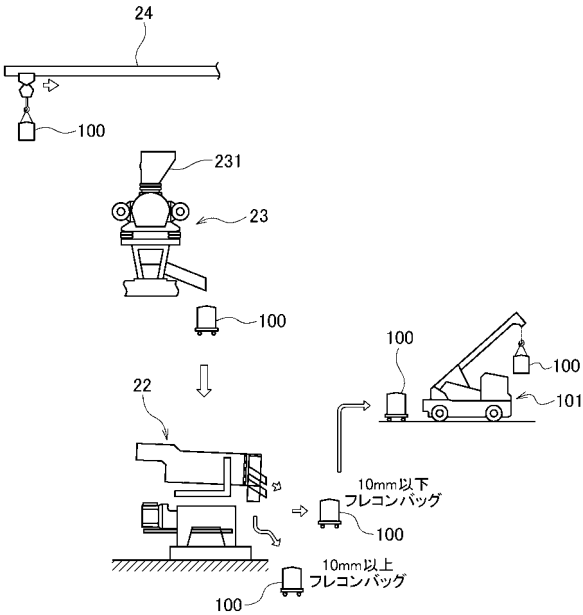
【図 2】



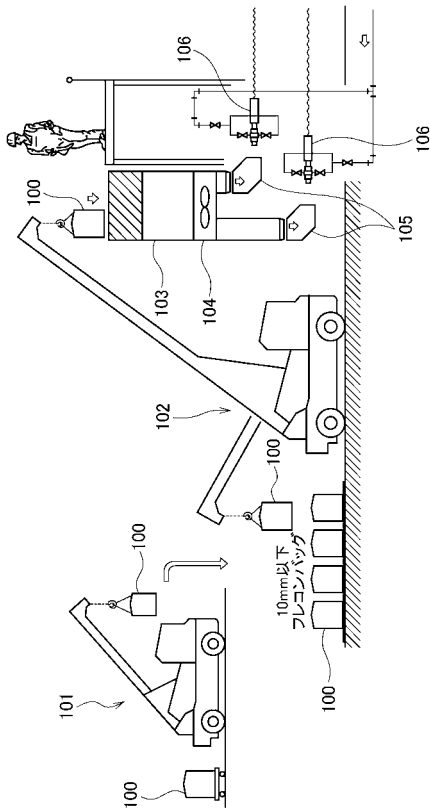
【図 3】



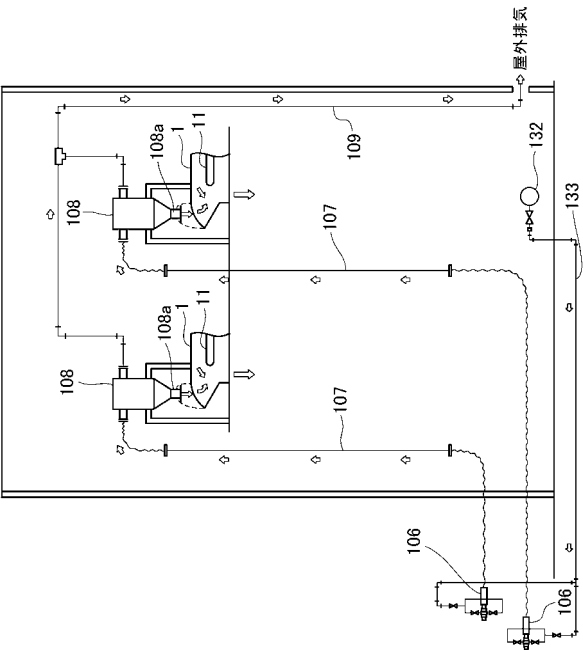
【図 4】



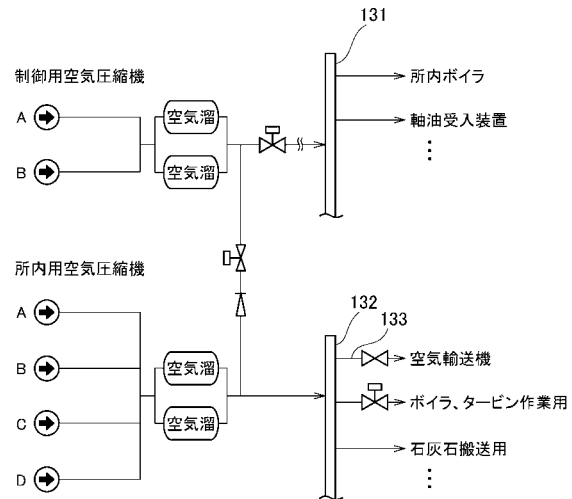
【図 5】



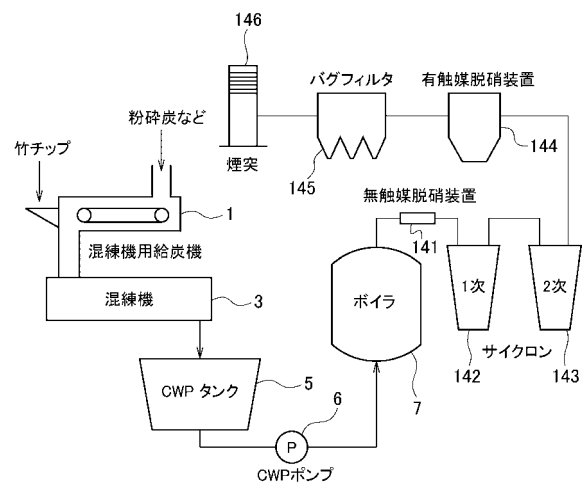
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-316465 (JP, A)  
特開平07-126668 (JP, A)  
特開平11-237032 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F23K 3/00  
C10L 1/32