

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7008142号

(P7008142)

(45)発行日 令和4年2月10日(2022.2.10)

(24)登録日 令和4年1月12日(2022.1.12)

(51)国際特許分類

F I

B 2 9 C 48/92 (2019.01)

B 2 9 C 48/92

B 2 9 C 48/395 (2019.01)

B 2 9 C 48/395

B 2 9 C 48/285 (2019.01)

B 2 9 C 48/285

A 2 4 B 13/02 (2006.01)

A 2 4 B 13/02

A 2 4 B 5/10 (2006.01)

A 2 4 B 5/10

請求項の数 11 (全15頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-540950(P2020-540950)

(86)(22)出願日 平成30年9月6日(2018.9.6)

(86)国際出願番号 PCT/JP2018/033060

(87)国際公開番号 WO2020/049691

(87)国際公開日 令和2年3月12日(2020.3.12)

審査請求日 令和2年9月29日(2020.9.29)

(73)特許権者 000004569

日本たばこ産業株式会社

東京都港区虎ノ門四丁目1番1号

(74)代理人 100090022

弁理士 長門 侃二

(72)発明者 千田 幸太郎

東京都墨田区横川1丁目17番7号 日

本たばこ産業株式会社内

(72)発明者 泉屋 貴文

東京都墨田区横川1丁目17番7号 日

本たばこ産業株式会社内

(72)発明者 山崎 亮輔

東京都墨田区横川1丁目17番7号 日

本たばこ産業株式会社内

審査官 今井 拓也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 押出機の制御方法、及びそれを用いた香味源の製造方法、並びに押出機、及びそれを用いた押出成形システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ケーシング内に供給された粉体状の原料をスクリュウの回転により混練して押し出し、顆粒のもととなる混練物を成形する押出機の制御方法であって、

回転中の前記スクリュウのスラスト荷重を測定する荷重測定工程と、

前記荷重測定工程で測定した前記スラスト荷重に基づいて前記ケーシング内への前記原料の供給量を制御する供給制御工程と

を含み、

前記押出機は、前記スクリュウとして、駆動源により回転される駆動スクリュウと、前記駆動スクリュウの回転に伴い連動して回転される連動スクリュウとを備え、

前記荷重測定工程では、前記連動スクリュウのスラスト荷重を測定する、押出機の制御方法。

【請求項2】

前記供給制御工程では、前記荷重測定工程で測定した前記スラスト荷重の上限値と下限値とを規定する基準範囲に基づいて、前記スラスト荷重が前記上限値より大となるときには前記原料の供給量を減少し、前記スラスト荷重が前記下限値より小となるときには前記原料の供給量を増加する、請求項1に記載の押出機の制御方法。

【請求項3】

前記供給制御工程の前であって、且つ、バッチ処理により投入された前記原料が前記ケーシング内に充填された後において、前記ケーシング内の前記原料を前記スクリュウの回転

により混練して押し出す際の前記連動スクリュウのスラスト荷重を測定し、測定した当該スラスト荷重に基づいて前記基準範囲を設定する、基準設定工程を含む、請求項 2 に記載の押出機の制御方法。

【請求項 4】

前記押出機は、前記ケーシングにおける前記混練物の押出口が前記駆動スクリュウ及び前記連動スクリュウの軸線方向の一端側に位置付けられ、

前記荷重測定工程及び前記基準設定工程では、前記連動スクリュウのスラスト荷重を前記軸線方向の他端側で測定する、請求項 3 に記載の押出機の制御方法。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の押出機の制御方法を用いて、前記原料から前記顆粒を香味吸引器用の香味源として成形する、香味源の製造方法。

10

【請求項 6】

前記香味源は、たばこ原料を含む、請求項 5 に記載の香味源の製造方法。

【請求項 7】

粉体状の原料が投入されるホッパと、

前記ホッパに貯留された前記原料が自重により落下して供給されるテーブル、前記テーブルの上を回転するブレード、前記ブレードを回転する回転軸を有し、前記回転軸の回転数に応じた供給量の前記原料を供給する定量供給機と

を備えた押出成形システムに用いる押出機であって、

20

前記押出機は、

前記定量供給機から前記原料が供給されるケーシングと、

前記ケーシング内に収容され、前記ケーシング内に供給された前記原料を回転により混練して押し出すことで顆粒のもととなる混練物を成形するスクリュウと、

回転中の前記スクリュウのスラスト荷重を測定する荷重測定器と、

前記荷重測定器で測定した前記スラスト荷重に基づいて前記回転数を制御することにより、前記ケーシング内への前記原料の供給量を制御する制御ユニットと

を有し、

前記押出機は、前記スクリュウとして、駆動源により回転される駆動スクリュウと、前記駆動スクリュウの回転に伴い連動して回転される連動スクリュウとを備え、

前記荷重測定器は、前記連動スクリュウのスラスト荷重を測定する、押出機。

30

【請求項 8】

前記制御ユニットは、前記荷重測定器で測定した前記スラスト荷重の上限値と下限値とを規定する基準範囲を設定し、前記スラスト荷重が前記上限値より大となるとき前記回転軸の回転数を減少させることにより、前記ケーシング内への前記原料の供給量を減少し、前記スラスト荷重が前記下限値より小となるとき前記回転軸の回転数を増加させることにより、前記ケーシング内への前記原料の供給量を増加する、請求項 7 に記載の押出機。

【請求項 9】

前記制御ユニットは、前記ホッパに投入された前記原料が前記定量供給機を介して前記ケーシング内に充填された後において、前記ホッパに貯留された前記原料の粉体底圧が安定領域にあるとき、前記ケーシング内の前記原料を前記スクリュウの回転により混練して押し出す際の前記連動スクリュウのスラスト荷重を前記荷重測定器により測定し、測定した当該スラスト荷重に基づいて、前記基準範囲を設定する、請求項 8 に記載の押出機。

40

【請求項 10】

前記押出機は、前記ケーシングにおける前記混練物の押出口が前記駆動スクリュウ及び前記連動スクリュウの軸線方向の一端側に位置付けられ、

前記荷重測定器は、前記軸線方向の他端側に配置される、請求項 7 から 9 の何れか一項に記載の押出機。

【請求項 11】

粉体状の原料が投入されるホッパと、

前記ホッパに貯留された前記原料が自重により落下して供給されるテーブル、前記テーブ

50

ルの上を回転するブレード、前記ブレードを回転する回転軸を有し、前記回転軸の回転数に応じた供給量の前記原料を供給する定量供給機と、請求項 7 から 10 の何れか一項に記載の押出機とを備える押出成形システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、押出機の制御方法、及びそれを用いた香味源の製造方法、並びに押出機、及びそれを用いた押出成形システムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、ゴム材料が投入される投入口と、ゴム材料が押し出される押出口と、投入口と押出口とを連通するゴム材料の流路とを有するゴム押出機を含む、ゴム部材の製造装置が開示されている。この製造装置は、流路内の材料の圧力を測定する圧力センサと、圧力センサで測定された材料の圧力に基づいて投入口から投入される材料の投入量を制御する制御装置とを含む。

【0003】

制御装置は、材料の投入量を制御することにより、押出機内を材料が順次押し出される過程において、押出機内の材料の圧力変動を抑制する。これにより、押出口から押し出される材料の押出流量のばらつきを抑制することができ、成形精度（断面形状の精度）の良い部材を製造することができる、とされている。

【0004】

詳しくは、押出機のケーシング内には、材料を混練しながら押出口に押進させるスクリーが配され、圧力センサは流路内のスクリーの下流側、好ましくは、流路内のスクリーと押出口との間に配される。これにより、圧力センサは、成形精度への影響が大きい押出口から押し出される直前の材料の圧力、つまり混練物の押出圧を正確に測定し得るため、混練物（成形物）の成形精度が向上する、とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2016-2712 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

押出機において、ケーシング内に供給された粉体状の原料をスクリーの回転により混練して押し出し、顆粒のもととなる混練物を成形する場合、押出口から押し出される混練物の断面形状以外の要素が重要な場合があり得る。例えば、原料から顆粒を香味吸引器用の香味源として成形する場合には、ユーザが吸引したときの香味源の喫味のばらつきを低減する必要がある。

【0007】

そのためには、使用する原料の物性に応じて、原料の混練度合い、顆粒に成形する前に押出機から押し出される混練物の水分率、及び押出機から押し出される混練物の押出流量のばらつきを低減する必要がある。混練物を整粒、乾燥などした結果得られる顆粒に通気したときの喫味に影響する、例えば顆粒の密度、水分率などの物性、ひいては顆粒の品質を均一化することが求められるからである。

【0008】

しかし、特許文献 1 のように、押出機のケーシングへの原料の供給量を、押出口において測定した押出圧に基づいて制御すると、例えば、バッチ処理により原料を供給する場合、バッチ処理の終盤において原料の供給量が減少したとき、ケーシング内に原料が十分に充填されない場合がある。

10

20

30

40

50

【0009】

また、ケーシング内の原料の充填率が低い場合であっても、ケーシング内においてスクリーにより押出口側に原料が押進され、押出口の押出圧が局所的に高くなる場合もあり得る。特許文献1の場合には、ケーシング内の原料の充填率が低いにもかかわらず、押出圧が高いことにより、ケーシング内への原料充填が十分だと認識され、原料の供給量は低下したままとなる。このため、バッチ処理の終盤においては、バッチ処理の序盤に比して、ケーシング内の混練部における原料の混練度合いが低下し、また、押出口から押し出される混練物の押出流量及び水分率が低下し、ひいては最終的に成形される顆粒の密度が低下する。

【0010】

また、ケーシング内の原料の充填率が低いと、押出口から押し出されるのに十分な押出圧が混練物に付与されるまで時間がかかる。これにより、ケーシング内に供給された原料が押出口から押し出されるまでの時間が長くなり、換言すると、ケーシング内における原料の滞留時間が長くなる。ケーシング内における原料の滞留時間が長くなると、原料は、ケーシングの内壁及びスクリーの外面との摩擦熱を吸熱し易くなる。

【0011】

また、原料は、その物性によるが、滞留時間が長くなることにより、混練に伴う反応熱を吸熱し易くなることもあり得る。これらの結果、バッチ処理の終盤の原料は、ケーシング内の混練部において、保有水分が揮発され易くなり、押出口から押し出される混練物、ひいては最終的に成形される顆粒の水分率が低下する。

【0012】

以上のような混練物の押出流量低下及び水分率低下は、顆粒の物性ひいては品質のばらつきを招き、また、顆粒を前述した香味源として用いる場合、喫味に多大な影響を及ぼす。本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、成形した顆粒の物性ひいては品質を均一化することができる、押出機の制御方法、及びそれを用いた香味源の製造方法、並びに押出機、及びそれを用いた押出成形システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するため、本発明の押出機の制御方法は、ケーシング内に供給された粉体状の原料をスクリーの回転により混練して押し出し、顆粒のもととなる混練物を成形する押出機の制御方法であって、回転中のスクリーのスラスト荷重を測定する荷重測定工程と、荷重測定工程で測定したスラスト荷重に基づいてケーシング内への原料の供給量を制御する供給制御工程とを含み、押出機は、スクリーとして、駆動源により回転される駆動スクリーと、駆動スクリーの回転に伴い連動して回転される連動スクリーとを備え、荷重測定工程では、連動スクリーのスラスト荷重を測定する。

【0014】

一方、本発明の香味源の製造方法は、前述した押出機の制御方法を用いて、原料から顆粒を香味吸引器用の香味源として成形する。

一方、本発明の押出機は、粉体状の原料が投入されるホップと、ホップに貯留された原料が自重により落下して供給されるテーブル、テーブルの上を回転するブレード、ブレードを回転する回転軸を有し、回転軸の回転数に応じた供給量の原料を供給する定量供給機とを備えた押出成形システムに用いる押出機であって、押出機は、定量供給機から原料が供給されるケーシングと、ケーシング内に収容され、ケーシング内に供給された原料を回転により混練して押し出すことで顆粒のもととなる混練物を成形するスクリーと、回転中のスクリーのスラスト荷重を測定する荷重測定器と、荷重測定器で測定したスラスト荷重に基づいて回転軸の回転数を制御することにより、ケーシング内への原料の供給量を制御する制御ユニットとを有し、押出機は、スクリーとして、駆動源により回転される駆動スクリーと、駆動スクリーの回転に伴い連動して回転される連動スクリーとを備え、荷重測定器は、連動スクリーのスラスト荷重を測定する。

【0015】

一方、本発明の押出成形システムは、粉体状の原料が投入されるホッパと、ホッパに貯留された原料が自重により落下して供給されるテーブル、テーブルの上を回転するブレード、ブレードを回転する回転軸を有し、回転軸の回転数に応じた供給量の原料を供給する定量供給機と、前述した押出機とを備える。

【発明の効果】

【0016】

本発明の押出機の制御方法、及びそれを用いた香味源の製造方法、並びに押出機、及びそれを用いた押出成形システムによれば、成形した顆粒の物性ひいては品質を均一化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態に係る押出機により成形される顆粒の製造工程を示すフローである。

【図2】本発明の一実施形態に係る押出機を含む押出成形システムを示す構成図である。

【図3】図2の押出機を上方から見た構成図である。

【図4】図3の制御ユニットが実行する押出成形制御を示すフローである。

【図5】図4の供給制御工程の処理を時系列的に示すタイムチャートである。

【図6】ホッパに貯留された原料の層高さと粉体底圧との関係を示すグラフである。

【図7】連動スクリュウのスラスト荷重と、混練物の押出流量、及び混練物の水分率との関係を示すグラフである。

【図8】混練物の水分率の時系列的な変化を押出成形制御を行った場合と、そうでない場合とで比較して示すグラフである。

【図9】混練物の押出流量の時系列的な変化を押出成形制御を行った場合と、そうでない場合とで比較して示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面に基づき本発明の一実施形態に係る押出機の制御方法、及びそれを用いた香味源の製造方法、並びに押出機、及びそれを用いた押出成形システムについて説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る押出機により成形される顆粒の製造工程のフローを示す。粉体状の原料が図1に示す各工程を経ることにより顆粒が成形され、この顆粒は、例えば、喫煙物品としての非燃焼型の香味吸引器に使用する香味源に含まれる。

【0019】

この香味源は、たばこ原料から成形した顆粒の他に、刻みたばこ、たばこ以外の植物や香料、たばこ原料をシート状に成形した成形体なども含み得る。ユーザは、香味吸引器を吸引することにより、香味源を通気する際に得られる成分を摂取し、喫味を感じることができる。以下、図1を参照して、顆粒の主原料がたばこ原料である場合についての顆粒の製造工程の一例について説明する。

【0020】

顆粒の製造が開始されると、まず、ステップS1のたばこ粉碎工程では、たばこ原料を粉碎することにより、たばこ細粉が成形される。たばこ細粉を成形することにより、後述する押出成形工程の実施が可能となる。

次にステップS2の混合工程では、たばこ細粉に粉体状や液体状の香料を混合した混合物を形成する。

【0021】

次にステップS3の押出成形工程では、押出成形システム1に混合物を粉体状の原料として供給し、この混合物を混練して押出成形することにより細糸状の混練物を形成する。

次にステップS4の整粒工程では、細糸状の混練物を叩解することにより顆粒を形成する。

【0022】

次にステップS5の乾燥工程では、顆粒を減圧下で乾燥することにより、顆粒の香味成分

10

20

30

40

50

を保持しながら、顆粒から喫味を害する成分（悪癖成分）を除去する。

次にステップ S 6 の顆粒粉碎工程では、粒径の大きな顆粒を粉碎するとともに、顆粒から剥離した微粉を除去する。その後、必要に応じて香料を添加するなどし、顆粒の製造工程が終了する。

【0023】

図 2 は、本発明の一実施形態に係る押出機を含む押出成形システム 1 の構成図を示す。押出成形システム 1 は、図 1 に示したステップ S 3 の押出成形工程を行うためのバッチ処理設備であり、ホッパ 2、サークルフィーダ 4、及び押出機 6 を備えている。図 2 は、ホッパ 2、サークルフィーダ 4、及び押出機 6 の内部を概略的に透過して示している。ホッパ 2 には、バッチ処理 1 回分となる所定量の原料が投入され、この原料はホッパ 2 に層高さ H を有して貯留されている。

10

【0024】

サークルフィーダ 4 は、ホッパ 2 の排出口 2 a の下方に設けられ、排出口 2 a から原料が自重により落下して供給される。サークルフィーダ 4 は、回転式の定量供給機であって、ホッパ 2 の排出口 2 a の下方に位置する有底筒状の受入部 8、受入部 8 の底壁を形成するテーブル 10、テーブル 10 の上を回転することにより原料を攪拌するブレード 12、ブレード 12 に連結された回転軸 14、回転軸 14 を回転駆動するモータなどの駆動源 16、テーブル 10 の外周側に形成された開口縁に接続される筒状の排出部 18 を備えている。

【0025】

ホッパ 2 から落下した原料は、受入部 8 を介してテーブル 10 の上に供給され、駆動源 16 の起動により回転軸 14 を介して回転駆動するブレード 12 によって切り出され、排出部 18 から押出機 6 に供給される。サークルフィーダ 4 から押出機 6 への原料供給量は回転軸 14 の回転数を制御することにより変更可能である。

20

押出機 6 は、混練押出機であって、ケーシング 20、ケーシング 20 内に収容されるスクリュー 22、多数の押出孔 24 a を有するダイ（金型） 24 を備えている。

【0026】

ケーシング 20 には、原料の受入口 20 a と押出口 20 b とが形成されている。受入口 20 a はサークルフィーダ 4 の排出部 18 の下方に位置する。押出口 20 b は、ダイ 24 に形成される。ケーシング 20 内の受入口 20 a と押出口 20 b との間には混練部 20 c が形成される。混練部 20 c は、原料の流路であって、スクリュー 22 の回転により、受入口 20 a から供給された原料が混練されながら押出口 20 b まで押進される。

30

【0027】

図 3 は、押出機 6 を上方から見た構成図であって、押出機 6 の内部を概略的に透過して示している。本実施形態の押出機 6 は、二軸スクリュー式の混練押出機であって、スクリュー 22 は、モータなどの駆動源 26 により回転駆動される駆動スクリュー 22 A と、駆動源 26 などにより駆動されない連動スクリュー 22 B とから構成されている。連動スクリュー 22 B は、駆動スクリュー 22 A の回転に伴い同方向に連動して回転される。

【0028】

駆動源 26 は、駆動スクリュー 22 A の軸線方向の受入口 20 a 側に接続される。押出口 20 b は、駆動スクリュー 22 A の軸線方向における受入口 20 a と反対側（一端側）に位置する。サークルフィーダ 4 の排出部 18 から受入口 20 a を介してケーシング 20 内に供給された粉体状の原料は、各スクリュー 22 A、22 B の回転に伴い混練部 20 c にて混練されながら押進されてケーシング 20 内に充填されていき、押出口 20 b に到達して押圧力を受けると、ダイ 24 から細糸状の混練物として押し出される。

40

【0029】

また、本実施形態の押出機 6 は、連動スクリュー 22 B のスラスト荷重 F_t を測定するロードセル（荷重測定器） 28 を備えている。ロードセル 28 は、各スクリュー 22 A、22 B の軸線方向における受入口 20 a 側（他端側）に配置されている。すなわち、ロードセル 28 は、連動スクリュー 22 B のスラスト荷重 F_t を軸線方向で見て押出口 20 b とは反対側の受入口 20 a 側において測定する。

50

【0030】

図3に示すように、サークルフィーダ4の駆動源16、駆動スクリュー22Aの駆動源26、及びロードセル28は、制御ユニット30に電氣的に接続されている。制御ユニット30は、ロードセル28で測定した連動スクリュー22Bのスラスト荷重 F_t の信号を受信し、このスラスト荷重 F_t の信号に基づいて、駆動源16を介して回転軸14ひいてはブレード12の回転数を制御し、ケーシング20内への原料の供給量を制御する。この制御は、後述する押圧成形制御の中の供給制御工程にて行われる。

【0031】

制御ユニット30は、供給制御工程を主とした押出成形制御を実行することにより、押出口20bから押し出される混練物の押出流量と、押し出された混練物の水分率との安定化、ひいては成形した顆粒の物性（密度、水分率など）の均一化を実現する。なお、本制御においては、押出口20bから押し出される混練物の混練度合い、ひいては顆粒の物性及び品質に意図しない多大な影響が及ぶことに配慮し、駆動スクリュー22Aの回転数は一定に保持される。すなわち、本実施形態において、制御ユニット30は、駆動スクリュー22Aにおいては、起動及び停止を行うが、回転数の制御は行わない。

【0032】

図4は、制御ユニット30が実行する押出成形制御のフローを示す。本制御の実行にあたってバッチ処理が開始されると、先ずステップS11では、サークルフィーダ4の駆動源16と駆動スクリュー22Aの駆動源26とを起動し、押圧成形システム1の機器運転を開始する。

次にステップS12では、ホッパ2にバッチ処理1回分の層高さHとなる所定量の原料が投入される。

【0033】

次にステップS13では、ホッパ2からサークルフィーダ4を介してケーシング20内への原料の充填が行われる。この原料充填は、原料が混練部20cで混練されながら押出口20bまで到達し、混練部20cが所定の充填率（例えば90%以上）の原料で充填されるまで行われる。

【0034】

なお、ここでいう充填率は、ケーシング20の容積から各スクリュー20A、20Bの体積を減じたものを混練部20cの容積として規定することで算出可能である。また、この充填率をケーシング20内の原料の充填量に置き換えて管理しても良い。以上のステップS11～S13は、本制御における準備工程として実行される。

【0035】

次にステップS14は、本制御に使用するパラメータの設定データを取得する。この設定データには、供給制御工程を行う際のブレード12の回転数 N の増加分（ $\Delta N+$ ）及び減少分（ $\Delta N-$ ）、ブレード12の回転数 N を制御しない領域（不感帯）を規定するためのスラスト荷重の上限値（ F_{tu} ）及び下限値（ F_{tl} ）、後述する荷重測定工程を行う際のスラスト荷重 F_t のデータ取得時間（ t ）、供給制御工程を終了する際のスラスト荷重 F_t の終了値（ F_{te} ）などが含まれる。

【0036】

そして、ステップS14の状態、すなわち、供給制御工程の前であって、各スクリュー22A、22Bを回転させつつケーシング20内への原料充填を終えた後（準備工程の後）の状態において、連動スクリュー22Bのスラスト荷重 F_t をロードセル28で予備的に測定する。そして、測定した当該スラスト荷重 F_t に基づいて、スラスト荷重 F_t の上限値（ F_{tu} ）と下限値（ F_{tl} ）とを規定する基準範囲が設定される。

【0037】

次にステップS15は、取得したパラメータの設定データと、設定したスラスト荷重 F_t の基準範囲とを用いて本制御に係る制御定数を演算し、本制御に反映する処理を行う。以上のステップS14～S15は、本制御における基準設定工程として実行される。

次にステップS16は、ロードセル28によりスラスト荷重 F_t をオンラインで測定開始

10

20

30

40

50

することにより、押出成形システム1の監視運転を開始する。

【0038】

次にステップS17は、押出成形システム1の監視運転をオンラインで実行する。

図5は、供給制御工程の処理を時系列的に示すタイムチャートを示す。図5を参照すると、データ取得がONとなるときのデータ取得時間(t)のタイミングにおいて、ロードセル28で測定したスラスト荷重Ftのデータを周期的に監視する(荷重測定工程)。測定したスラスト荷重Ftが上限値(Ftu)より大となるとときには、ブレード12の回転数Nを減少分(ΔN^-)だけ減じることににより、ケーシング20内への原料の供給量を減少する。

【0039】

一方、データ取得時間(t)のタイミングで測定したスラスト荷重Ftが下限値(Ftl)より小となるとときには、ブレード12の回転数Nを増加分(ΔN^+)だけ増加することにより、ケーシング20内への原料の供給量を増加する(供給制御工程)。

次にステップS18は、データ取得時間(t)のタイミングで測定したスラスト荷重Ftが終了値(Fte)以下となるか否かを判定する。

【0040】

判定結果がYesであって、スラスト荷重Ftが終了値(Fte)以下となるとときには、前述した供給制御工程を行ってもなお押出機6への原料の供給量が減少していることにより、1回分のバッチ処理が終了したものと判定し、ステップS19に移行する。一方、スラスト荷重Ftの終了値(Fte)より大となるとときには、ステップS17に戻って押圧成形システム1の監視運転を引き続き実行する。以上のステップS16～S18は、押出成形制御における荷重測定工程及び供給制御工程として実行される。

【0041】

ステップS19は、駆動源26に回転数の増加を指令し、ブレード12の回転数Nを最大値にすることにより、サークルフィーダ4から押出機6への原料の供給速度を最大化し、サークルフィーダ4ひいてはホッパ2に残っている原料の払い出しを行う。

次にステップS20は、押圧成形システム1の下流側から順に、すなわち、駆動スクリー22Aの駆動源26、サークルフィーダ4の駆動源16を順に停止し、押圧成形システム1の機器運転を停止する。以上のステップS19～S20は、本制御における後処理工程として実行され、この工程を経て本制御及びバッチ処理が終了する。

【0042】

図6は、ホッパ2に貯留された原料の層高さHと粉体底圧Pとの関係を示す。図2に示したホッパ2の排出口2aの近傍に存在する原料には、貯留された原料の重量によって粉体底圧Pがかかる。この粉体底圧Pの作用によって、ホッパ2からサークルフィーダ4への原料の自重による定体積の落下(切り出し)が行われる。

【0043】

ホッパ2に貯留された原料の層高さHが最大の層高さHmから原料の切り出しが行われたとき、ある一定の層高さHcまでは粉体底圧Pは、ほぼ定圧Pmに維持される。しかし、層高さHc以降の切り出しが行なわれ、ホッパ2に貯留された原料が減少していくと、原料の自重が減少するのみならず、ホッパ2の内壁と粉体との摩擦力や粉体同士の摩擦力が低下する。これにより、粉体底圧Pが急激に低下していくという現象が生ずる。この現象は、粉体底圧Pに関する、いわゆるヤンセン(Janssen)の式に基づくものである。

【0044】

本実施形態の場合には、バッチ処理が終盤に近づくにつれて、粉体定圧Pが低下することにより、ホッパ2からサークルフィーダ4への原料の供給量が急激に減少する。これにより、従来、バッチ処理が終盤において、ケーシング20内における原料の充填率が低下し、押出口20bからの混練物の押出圧が低下し、ひいては押出口20bからの混練物の押出流量が低下していた。

【0045】

一方、ケーシング20内の原料の充填率が低下した場合であっても、各スクリー22A

10

20

30

40

50

、２２Ｂの回転により原料が混練部２０ｃにおいて押出口２０ｂ側に押進され、押出口２０ｂの押出圧が一時、局所的に高くなる場合もあり得る。しかし、ダイ２４の押出孔２４ａから混練物が押し出されるのに十分な押出圧が混練物に付与されない。この結果、ケーシング２０内における原料の滞留時間が長くなる。

【００４６】

ケーシング２０内における原料の滞留時間が長くなると、原料は、ケーシング２０の内壁及び各スクリュウ２２Ａ、２２Ｂの外表面との摩擦熱を吸熱し易くなる。また、原料は、その物性によるが、滞留時間が長くなることにより、混練に伴う反応熱を吸熱し易くなることもある。

【００４７】

これらの結果、バッチ処理の終盤の原料は、ケーシング２０内の混練部２０ｃにおいて保有水分が揮発され易くなり、押出口２０ｂから押し出される混練物、ひいては最終的に成形される顆粒の水分率が低下する。以上のような混練物の押出流量低下、及び水分率低下は、顆粒の物性ひいては品質のばらつきを招き、また、顆粒を香味源として用いる場合、喫味に多大な影響を及ぼす。

【００４８】

この解決方法としては、ケーシング２０内の原料充填率を一定にするため、例えば、ホッパ２に貯留された原料の質量減少に基づいて換算した原料の供給流量により、原料をサークルフィーダ４ひいては押出機６に定量供給することが考えられる。しかし、この方法では、原料の生産年度の変動や、原料の季節変動による嵩密度の変動を加味した制御ができないため、ケーシング２０内の原料充填率を一定に制御することは困難である。

【００４９】

また、押出口２０ｂにおける混練物の押出圧に基づいて、押出機６への原料の供給量を制御することが考えられる。しかし、本願明細書の解決課題に記載したように、ケーシング２０内の原料の充填率が低い場合であっても、ケーシング２０内において各スクリュウ２２Ａ、２２Ｂにより押出口２０ｂ側に原料が押進され、押出口２０ｂの押出圧が局所的に高くなる場合もあり得る。従って、この場合にも、ケーシング２０内の原料充填率を一定に制御することは困難である。

【００５０】

図７は、連動スクリュウ２２Ｂのスラスト荷重 F_t と、混練物の押出流量 F 、及び混練物の水分率 M との関係を示すグラフである。図７から明らかなように、押出成形工程において押出機６の押出口２０ｂから混練物を押し出した際、スラスト荷重 F_t の変動によって押出流量 F 及び水分率 M が追従して変動する。

【００５１】

具体的には、スラスト荷重 F_t の変動に対する押出流量 F と水分率 M とのそれぞれの変動の最小二乗寄与率は何れも０．９を超える場合があり、スラスト荷重 F_t と押出流量 F 、水分率 M とのそれぞれの相関は、近似直線的な比例関係となることが判明している。

【００５２】

スラスト荷重 F_t は、押出口２０ｂの押出圧の測定と異なり、押出圧の局所的な変動の影響を受け難い。このため、単に押出口２０ｂの押出圧を一定に保持する制御を行う場合に比べて、原料の混練度合い、水分率 M 、及び押出流量 F の安定化を確実に実現することができる。また、連動スクリュウ２２Ｂは、駆動源２６などが接続されないため、少なくとも駆動スクリュウ２２Ａに比べて軸線方向の負荷が小さい状態で回転され、スラスト荷重 F_t を高精度に測定可能である。

【００５３】

また、連動スクリュウ２２Ｂのスラスト荷重 F_t は、原料の混練中、連動スクリュウ２２Ｂの螺旋状の山部及び谷部が混練部２０ｃの軸線方向の全域に亘って受ける力の合力として扱うことが可能である。従って、押圧成形制御において、押出圧の局所的な変動の影響を受け難い連動スクリュウ２２Ｂのスラスト荷重 F_t に基づいて押出機６への原料供給量を制御することにより、ケーシング２０内の原料充填率を一定に保持しながら、原料の混

10

20

30

40

50

練度合い、押出圧、ひいては混練物の水分率 M 及び押出流量 F の安定化をより高精度に実現することができる。

【0054】

また、基準設定工程におけるスラスト荷重 F_t の基準範囲の設定は、前述したように、供給制御工程の前であって、準備工程における原料充填後に行われ、換言すると、バッチ処理の序盤から中盤において粉体底圧 P が比較的安定している状態で行われる。図6に示した層高さ H_m に対応する粉体底圧 P_m から、層高さ H_s に対応する粉体底圧 P_s （例えば $P_s / P_m = 0.77$ ）となるまでの粉体底圧 P が比較的安定した領域（安定領域 A ）であり、この安定領域 A において基準設定工程が行われる。

【0055】

例えば、基準設定工程では、スラスト荷重 F_t の測定値を1秒周期でサンプリングし、60回分のデータの平均からなるデータ群の最大値と最小値とをそのバッチ処理の粉体底圧 P の安定領域 A の範囲として、基準範囲の上限値（ F_{tu} ）と下限値（ F_{tl} ）とが規定される。これにより、異なる原料のバッチ処理毎にオンラインで基準範囲を設定することができるため、バッチ処理毎の原料の物性の変動とばらつきによる影響を排除しながら、且つ、制御に支障がない管理幅において、スラスト荷重 F_t の制御を行うことができる。従って、押出機6における原料の混練度合いの安定化、ひいては混練物の押出流量 F 及び水分率 M の安定化をより一層確実に行うことができる。

【0056】

図8は、混練物の水分率 M の時系列的な変化を押出成形制御を行った場合（制御）と、そうでない場合（非制御）とで比較したグラフを示す。バッチ処理開始から終了までの間、押出口20bから押し出された混練物の水分率 M を所定の周期でオンラインの赤外線水分計により測定した。

【0057】

このとき、本制御を行った場合の水分率 M の標準偏差は0.08%、変動係数は0.29%であるのに対し、非制御の場合の水分率 M の標準偏差は0.29%、変動係数は2.29%であった。本実施形態の押出成形制御を行うことにより、混練物の水分率 M はバッチ処理終了に至るまで可能な限り一定に維持され、バッチ処理全体として水分率 M のばらつきが大幅に低減された。

【0058】

図9は、混練物の押出流量 F の時系列的な変化を押出成形制御を行った場合（制御）と、そうでない場合（非制御）とで比較したグラフを示す。バッチ処理開始から終了までの間、押出口20bから押し出された後に成形された顆粒の重量を所定の周期で測定し、これを単位換算することにより押出流量 F を測定した。混練物の押出流量 F がバッチ処理終盤で設定流量 F_s 未満に低下した時間押出流量 F の後細り時間 t_1 、 t_2 と規定した。

【0059】

このとき、本制御を行った場合の押出流量 F の後細り時間 t_1 は約5分であるのに対し、非制御の場合の押出流量 F の後細り時間 t_2 は約30分であった。本実施形態の押出成形制御を行うことにより、混練物の押出流量 F はバッチ処理終了に至るまで可能な限り一定に維持され、バッチ処理全体として押出流量 F のばらつきが大幅に低減された。

【0060】

以上のように、本実施形態の押出機6の制御方法、及びそれを用いた香味源の製造方法、並びに押出機6、及びそれを用いた押出成形システム1によれば、原料の混練度合い、混練物の水分率及び押出流量のばらつきを低減することができ、混練物から成形される顆粒の物性ひいては品質を均一化することができる。

【0061】

詳しくは、押出成形制御において、回転中の連動スクリー22Bのスラスト荷重 F_t を測定する荷重測定工程と、荷重測定工程で測定したスラスト荷重 F_t に基づいてケーシング20内への原料の供給量を制御する供給制御工程とを行う。これにより、バッチ処理が終盤に近づくにつれて、粉体定圧 P が低下することにより、ホッパ2からサークルフィー

10

20

30

40

50

ダ４への原料の供給量が急激に減少することが防止され、ケーシング２０内の原料充填率が可能な範囲で一定に維持される。

【００６２】

これにより、バッチ処理の終盤において混練物の押出流量低下及び水分率低下が抑制される。従って、顆粒の物性及び品質のばらつきが抑制され、また、顆粒を香味源として用いる場合の喫味の均一化を実現することができる。実際に、図８及び図９に示したように、混練物の水分率 M 及び押出流量 F のばらつきをバッチ処理全体として大幅に低減することができる。

【００６３】

より具体的には、供給制御工程では、測定したスラスト荷重 F_t の上限値(F_{tu})と下限値(F_{tl})とを規定する基準範囲に基づいて、スラスト荷重 F_t が上限値(F_{tu})より大となるとときには原料の供給量を減少し、スラスト荷重 F_t が下限値(F_{tl})より小となるとときには原料の供給量を増加する制御が行われる。

【００６４】

また、基準設定工程では、供給制御工程の前であって、且つ準備工程の後、換言すると、ホッパに貯留された原料の粉体底圧 P が安定領域 A にあるとき、スラスト荷重 F_t の基準範囲を設定する。これにより、原料が異なるバッチ処理毎にオンラインで基準範囲を設定することができるため、バッチ処理毎の原料の物性の変動とばらつきによる影響を排除しながら、且つ、制御に支障がない管理幅において、スラスト荷重 F_t の制御を行うことができる。従って、押出機６における原料の混練度合いの安定化、ひいては混練物の押出流量 F 及び水分率 M の安定化をより一層確実に行うことができる。

【００６５】

特に本実施形態では、荷重測定工程及び基準設定工程において、連動スクリュウのスラスト荷重を測定する。これにより、連動スクリュウ２２Ｂは、駆動源２６が接続されないことにより、少なくとも駆動スクリュウ２２Ａに比べて軸線方向の負荷が小さい状態で回転されるため、スラスト荷重 F_t を高精度に測定可能である。また、連動スクリュウ２２Ｂのスラスト荷重 F_t は、原料の混練中において連動スクリュウ２２Ｂの螺旋状の山部及び谷部が混練部２０ｃの軸線方向の全域に亘って受ける力の合力として扱うことが可能である。

【００６６】

従って、押圧成形制御において、連動スクリュウ２２Ｂのスラスト荷重 F_t に基づいて押出機６への原料供給量を制御することにより、ケーシング２０内の原料充填率を一定に保持しながら、原料の混練度合い、押出圧、ひいては混練物の水分率及び押出流量の安定化をより高精度に実現することができる。

【００６７】

また、ロードセル２８は、各スクリュウ２２Ａ、２２Ｂの軸線方向の受入口２０ａ側に配置されている。すなわち、荷重測定工程及び基準設定工程では、連動スクリュウ２２Ｂのスラスト荷重 F_t を軸線方向の押出口２０ｂと反対側で測定する。これにより、連動スクリュウ２２Ｂのスラスト荷重 F_t を測定するに際し、押出口２０ｂで押し出される際に混練物に作用する押出圧の影響を排除しながら、連動スクリュウ２２Ｂのスラスト荷重 F_t をより高精度に測定することができる。

【００６８】

以上で本発明の実施形態についての説明を終えるが、本発明はこれら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の変更ができるものである。

例えば、押出機６は、ロードセル２８により押出口２０ｂと反対側でスラスト荷重 F_t を測定可能であれば、スクリュウ２２の軸数は１又は３以上に変更可能であり、二軸スクリュウ式に限定されない。また、測定精度に支障がなければ、駆動スクリュウ２２Ａのスラスト荷重 F_t を測定することも可能である。

【００６９】

また、制御ユニット３０は、駆動スクリュウ２２Ａにおいては、起動及び停止を行うが、

10

20

30

40

50

回転数の制御は行わない。これにより、押圧成形制御の複雑化を回避することができる。しかし、これに限らず、押出口 2 0 b から押し出される混練物の混練度合い、ひいては顆粒の物性及び品質に意図しない多大な影響が及ばない、或いは簡素な制御が可能であれば、前述した押圧成形制御を行う前提で、駆動スクリー 2 2 A の回転数制御を行っても良い。

【 0 0 7 0 】

また、本実施形態の押出機 6 の制御方法、及びそれを用いた香味源の製造方法、並びに押出機 6、及びそれを用いた押出成形システム 1 に用いる粉体状の原料は、たばこ原料に限定されず、また、押出機 6 ひいては押出成形システム 1 により成形される顆粒も非燃焼型の香味吸引器の香味源として用いるものに限定されるものではない。

10

【符号の説明】

【 0 0 7 1 】

- 1 押出成形システム
- 2 ホッパ
- 4 サークルフィーダ（定量供給機）
- 6 押出機
 - 1 0 テーブル
 - 1 2 ブレード
 - 1 4 回転軸
 - 2 0 ケーシング
 - 2 0 b 押出口
 - 2 2 スクリュー
 - 2 2 A 駆動スクリー
 - 2 2 B 連動スクリー
 - 2 6 駆動源
 - 2 8 ロードセル（荷重測定器）
 - 3 0 制御ユニット

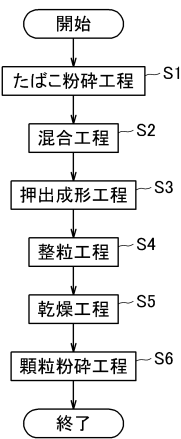
20

30

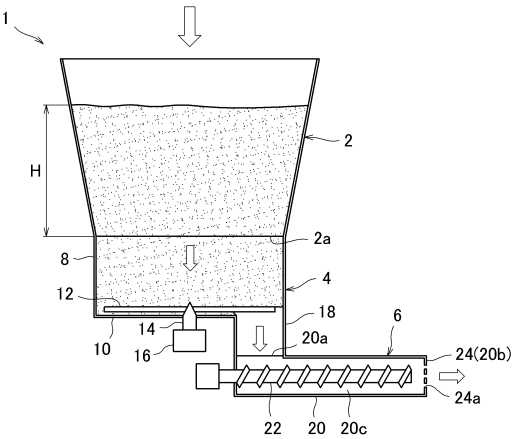
40

50

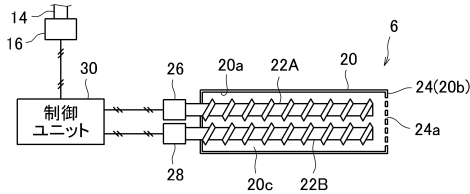
【図面】
【図 1】



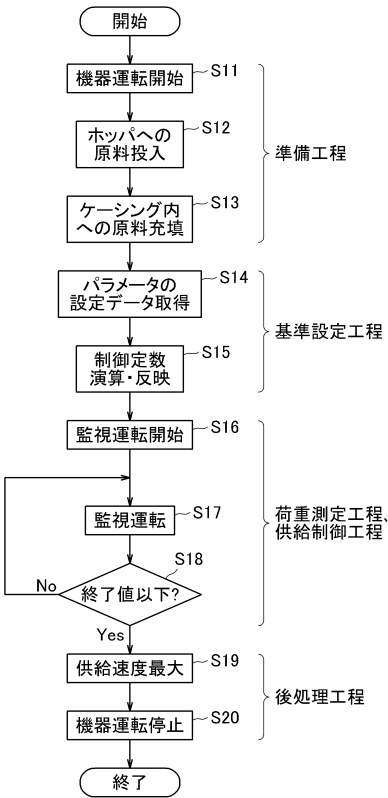
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

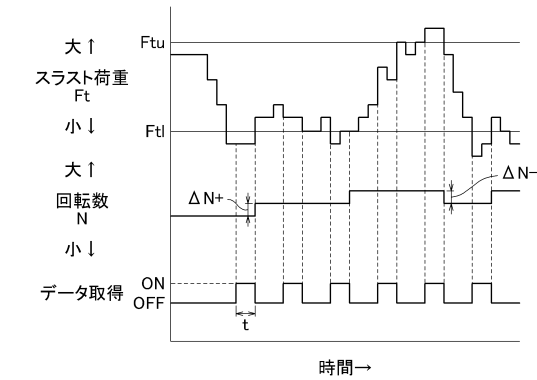
20

30

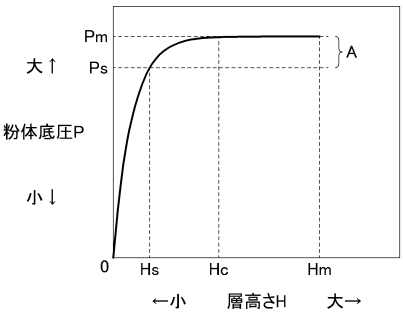
40

50

【図 5】

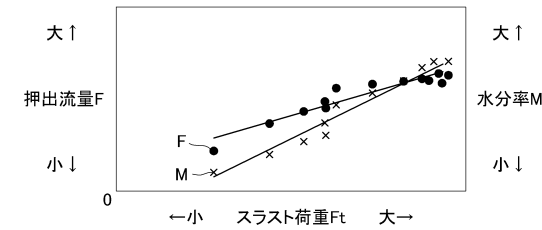


【図 6】

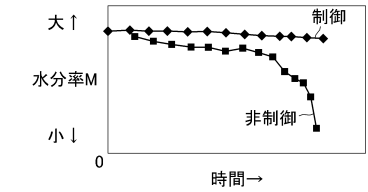


10

【図 7】

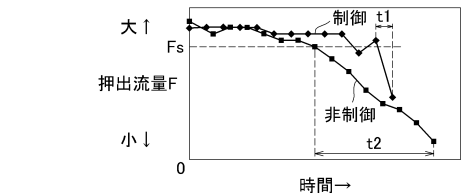


【図 8】



20

【図 9】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

B 2 9 K 1/00 (2006.01)

F I

B 2 9 K

1:00

(56)参考文献

特開平 0 6 - 1 7 0 9 1 7 (J P, A)

国際公開第 2 0 1 4 / 0 6 1 4 7 7 (W O, A 1)

特開 2 0 0 4 - 3 2 2 4 7 3 (J P, A)

特開平 0 6 - 1 7 9 2 1 2 (J P, A)

特開平 0 7 - 1 8 6 2 3 6 (J P, A)

特開平 0 7 - 2 4 1 8 5 1 (J P, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)

B 2 9 C 4 8 / 0 0 - 4 8 / 9 6

A 2 4 B 1 3 / 0 2

A 2 4 B 5 / 1 0