

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6446310号
(P6446310)

(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018.12.26)

(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018.12.7)

(51) Int.Cl.		F I
B 2 9 C 47/60	(2006.01)	B 2 9 C 47/60
B 2 9 B 7/38	(2006.01)	B 2 9 B 7/38
B 2 9 B 7/42	(2006.01)	B 2 9 B 7/42

請求項の数 9 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2015-66280 (P2015-66280)	(73) 特許権者	000003458 東芝機械株式会社 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号
(22) 出願日	平成27年3月27日 (2015.3.27)	(73) 特許権者	514000059 株式会社HSPテクノロジーズ 茨城県つくば市千現2-1-6 つくば創 業プラザ103
(65) 公開番号	特開2015-205506 (P2015-205506A)	(74) 代理人	110001737 特許業務法人スズエ国際特許事務所
(43) 公開日	平成27年11月19日 (2015.11.19)	(72) 発明者	小林 昭美 静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械 株式会社内
審査請求日	平成29年8月10日 (2017.8.10)	(72) 発明者	藤井 重行 静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械 株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2014-81252 (P2014-81252)		
(32) 優先日	平成26年4月10日 (2014.4.10)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 押出機用スクリュ、押出機および押出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パレルの内部で原料を混練しつつ搬送する押出機用スクリュであって、前記原料の搬送方向に沿う直線状の軸線を有し、当該軸線を中心に回転するスクリュ本体と、

前記スクリュ本体の周方向に沿う外周面に設けられ、前記スクリュ本体の回転時に前記原料を前記スクリュ本体の軸方向に搬送するフライトを有する搬送部と、

前記スクリュ本体の周方向に沿う外周面に設けられ、前記フライトにより搬送される前記原料の流動を堰き止めることで当該原料の圧力を高める障壁部と、

前記スクリュ本体の内部に設けられ、前記障壁部により圧力が高められた前記原料が流入するとともに、流入した前記原料が前記スクリュ本体の外周面に向けて流通する通路と、

前記スクリュ本体は、前記通路を構成する穴の形状を規定する壁面を有し、当該壁面は、前記スクリュ本体の前記軸線の回りを公転するように当該軸線に対し偏心した位置に設けられた押出機用スクリュ。

【請求項2】

前記通路は、前記スクリュ本体の前記外周面に開口された入口および出口を有し、前記入口および前記出口は、前記スクリュ本体の軸方向に互いに離れているとともに、前記入口から前記通路に流入した前記原料が前記出口から前記スクリュ本体の前記外周面に帰還する請求項1に記載の押出機用スクリュ。

10

20

【請求項 3】

前記通路の前記入口が前記障壁部の直前に位置された請求項 2 に記載の押出機用スクリュ。

【請求項 4】

前記通路は、前記入口および前記出口に連通された通路本体を有し、前記通路本体の径が前記入口の径よりも小さい請求項 2 又は請求項 3 に記載の押出機用スクリュ。

【請求項 5】

原料を混練して連続的に搬送する押出機用スクリュであって、
前記原料の搬送方向に沿う直線状の軸線を有し、当該軸線を中心に回転するスクリュ本体と、

前記スクリュ本体の周方向に沿う外周面に設けられ、当該スクリュ本体の回転時に前記原料を前記スクリュ本体の軸方向に搬送するフライトを有する搬送部と、

前記スクリュ本体の内部に設けられ、前記フライトにより搬送された前記原料が流入するとともに、流入した前記原料が前記スクリュ本体の前記外周面に帰還するように流通する複数の通路と、を含み、

前記通路は、前記スクリュ本体の前記軸線から偏心した位置で前記スクリュ本体の軸方向に互いに間隔を存して配列された押出機用スクリュ。

【請求項 6】

前記通路が前記スクリュ本体の周方向に互いに間隔を存して配列された請求項 5 に記載の押出機用スクリュ。

【請求項 7】

前記スクリュ本体を冷却する冷媒が流れる冷媒流路をさらに備えた請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか一項に記載の押出機用スクリュ。

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか一項に記載されたスクリュを備え、当該スクリュで原料を混練することにより混練物を生成する押出機であって、

前記スクリュが回転可能に収容されたバレルと、

前記バレルに設けられ、前記スクリュに前記原料を供給する供給口と、

前記バレルに設けられ、前記混練物が押し出される吐出口と、

を備えた押出機。

【請求項 9】

バレルの内部で回転するスクリュの外周面に原料を供給し、

当該原料を前記スクリュの外周面に形成されたフライトを用いて前記スクリュの軸方向に連続的に搬送するとともに、前記スクリュの外周面に設けた障壁部で前記原料の流動を堰き止めることにより前記原料の圧力を高め、

前記スクリュの回転時に、前記スクリュの内部で前記スクリュに追従して公転する通路に、前記障壁部で圧力が高められた前記原料を前記スクリュの外周面から導入するとともに、前記通路に導入された前記原料を前記通路を通じて前記スクリュの前記外周面に帰還させるようにした押出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ブレンドされた原料にせん断作用および伸長作用を付加しつつ当該原料を混練する押出機用スクリュに関する。さらに、本発明は、前記押出機用スクリュを用いて混練物を生成する押出機および押出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、スクリュの回転数が 300 rpm 程度に設定された押出機で複数の非相溶性の樹脂をブレンドした原料を混練する場合、ブレンド成分の一方又は両方と親和性もしくは接着性を有する相溶化剤を添加する必要がある。しかしながら、相溶化剤を用いたとしても

10

20

30

40

50

、ブレンド成分が分子レベルで相互に溶解していないために、押出機によって生成される混練物の性能や機能を高める上で自ずと限界がある。

【0003】

このような問題を解消するため、従来、相溶化剤のような添加材を一切加えることなしに、原料がナノレベルで混練された混練物を生成し得るようにしたバッチ式の高せん断成形装置が開発されている。

【0004】

特許文献1に開示されたバッチ式の高せん断成形装置は、シリンダ内に収容されたフィードバック型のスクリュを備えている。スクリュは、非相溶性の樹脂をブレンドした原料をスクリュの内部で十分に混練させる構造を有している。

10

【0005】

具体的には、スクリュは、原料の搬送方向に沿う直線状の軸線を有し、当該軸線を中心にシリンダの内部で回転するように構成されている。スクリュの外周面には、螺旋状に摺じれたフライトが形成されている。フライトは、スクリュの基端に供給された原料をスクリュの先端に向けて搬送する。フライトによって搬送された原料は、スクリュの先端面とシリンダの開口端を閉塞したシール部材との間の隙間に充填される。

【0006】

さらに、スクリュは、その略中心部に内径が1mmから5mm程度の孔を有している。孔は、スクリュの軸線方向に延びている。孔の上流端は、スクリュの先端面で前記隙間に開口されている。孔の下流端は、二股状に分岐されてスクリュの基端の外周面に開口されている。

20

【0007】

隙間に閉じ込められた原料は、スクリュの回転に伴って孔の上流端から孔内に流入するとともに、孔の下流端からスクリュの基端の外周面に帰還される。帰還された原料は、再びフライトにより隙間に向けて搬送される。

【0008】

このようにスクリュをフィードバック型とすることで、スクリュに供給された原料は、フライトによって搬送される過程でせん断作用を受けるとともに、孔内を通過する過程で伸長作用を受ける。

【0009】

この結果、原料は、せん断流動および伸長流動を伴った状態でシリンダの内部の密閉された空間を循環する。この原料の循環に要する時間に応じて原料の高分子成分がナノ分散化され、微視的な分散構造を有する混練物を得ることができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】国際公開番号WO2010/061872号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献1に開示された高せん断成形装置では、隙間に充填された原料が流入する孔がスクリュの軸線上に位置されている。このような構成によると、孔を規定するスクリュの内壁面がスクリュの回転に追従して回転するので、原料が孔を通過する際に孔の周方向に攪拌されてしまう。

40

【0012】

この結果、孔を通過する原料は、伸長作用ばかりでなく孔の周方向への攪拌に伴うせん断作用を受けることになり、原料の混練状態を普遍的に表現することが困難となる。したがって、原料の混練の条件を最適化する上で改善の余地が残されている。

【0013】

本発明の目的は、スクリュ本体の内部の通路を流通する原料がせん断作用を受け難くな

50

り、原料の混練の度合いを精度よく制御できる押出機用スクリュを得ることにある。

【0014】

本発明の他の目的は、原料の混練の度合いを精度よく制御することができ、原料の高分子成分がナノ分散化された微視的な分散構造を有する混練物を生成できる押出機および押出方法を得ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

前記目的を達成するため、本発明の一つの形態に係る押出機用スクリュは、スクリュ本体を備えている。前記スクリュ本体は、原料の搬送方向に沿う直線状の軸線を中心にパレルの内部で回転する。前記スクリュ本体の周方向に沿う外周面にフライトを有する搬送部および障壁部が設けられている。前記フライトは、前記スクリュ本体の回転時に前記原料を前記スクリュ本体の軸方向に搬送する。前記障壁部は、前記フライトにより搬送される前記原料の流動を堰き止めることで当該原料の圧力を高める。

10

さらに、前記スクリュ本体の内部に、前記障壁部により圧力が高められた前記原料が流入するとともに、流入した前記原料が前記スクリュ本体の外周面に向けて流通する通路が設けられている。

前記スクリュ本体は、前記通路を構成する穴の形状を規定する壁面を有する。当該壁面は、前記スクリュ本体の前記軸線の回りを公転するように当該軸線に対し偏心した位置に設けられている。

【0018】

20

本発明の好ましい形態によると、前記通路は、前記スクリュ本体の前記外周面に開口された入口および出口を有する。前記入口および前記出口は、前記スクリュ本体の軸方向に互いに離れているとともに、前記入口から前記通路に流入した原料が前記出口から前記スクリュ本体の前記外周面に帰還するようになっている。

【0019】

本発明の好ましい形態によると、前記通路の前記入口が前記障壁部の直前に位置されている。

【0020】

本発明の好ましい形態によると、前記通路は、前記入口および前記出口に連通された通路本体を有し、前記通路本体の径が前記入口の径よりも小さく設定されている。

30

【0021】

前記目的を達成するため、本発明の一つの形態に係る押出機用スクリュは、スクリュ本体を備えている。前記スクリュ本体は、原料の搬送方向に沿う直線状の軸線を有し、当該軸線を中心に回転する。前記スクリュ本体の周方向に沿う外周面にフライトを有する搬送部が設けられている。前記フライトは、前記スクリュ本体の回転時に前記原料を前記スクリュ本体の軸方向に搬送するように構成されている。前記スクリュ本体の内部に、前記フライトにより搬送された前記原料が流入するとともに、流入した前記原料が前記スクリュ本体の前記外周面に帰還するように流通する複数の通路が設けられている。前記通路は、前記スクリュ本体の前記軸線から偏心した位置で前記スクリュ本体の軸方向に互いに間隔を存して配列されている。

40

【0022】

本発明の好ましい形態によると、前記複数の通路が前記スクリュ本体の周方向に間隔を存して配列されている。

【0023】

本発明の好ましい形態によると、前記スクリュ本体の内部に、前記スクリュ本体を冷却する冷媒が流れる冷媒通路が形成されている。

【0024】

前記他の目的を達成するため、本発明の一つの形態に係る押出機は、前記スクリュを用いて原料を混練することにより混練物を生成する押出機であって、前記スクリュが回転可能に収容されたパレルと、前記パレルに設けられ、前記スクリュに前記原料を供給する供

50

給口と、前記バレルに設けられ、前記混練物が押し出される吐出口と、を備えている。

【0025】

前記他の目的を達成するため、本発明の一つの形態に係る押出方法は、バレルの内部で回転するスクリュの外周面に原料を供給し、当該原料を前記スクリュの前記外周面に形成されたフライトを用いて前記スクリュの軸方向に連続的に搬送するとともに、前記スクリュの外周面に設けた障壁部で前記原料の流動を堰き止めることにより前記原料の圧力を高める。前記スクリュの回転時に、前記スクリュの内部で前記スクリュに追従して公転する通路に、前記障壁部で圧力が高められた前記原料を前記スクリュの外周面から導入するとともに、前記通路に導入された前記原料を、前記通路を通じて前記スクリュの前記外周面に帰還させることを特徴としている。

10

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、スクリュ本体の内部の通路は、スクリュ本体の軸線を中心に回転することなく当該軸線の回りに公転する。このため、通路を通過してスクリュ本体の外周面に帰還する原料がせん断作用を受け難くなり、通路を通過する原料が受けるのは主に伸長作用となる。

【0028】

すなわち、スクリュの上で原料にせん断作用を付加する箇所および原料に伸長作用を付加する箇所が定まり、原料の混練の度合いを精度よく制御することができる。よって、原料の高分子成分がナノ分散化された微視的な分散構造を有する混練物を生成することが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】第1の実施形態に係る連続式高せん断加工装置を概略的に示す斜視図である。

【図2】第1の実施形態で用いる第1の押出機の断面図である。

【図3】第1の実施形態において、第1の押出機の二本のスクリュが互いに噛み合った状態を示す斜視図である。

【図4】第1の実施形態で用いる第3の押出機の断面図である。

【図5】第1の実施形態で用いる第2の押出機の断面図である。

【図6】第1の実施形態において、バレルおよびスクリュを共に断面で示す第2の押出機の断面図である。

30

【図7】第1の実施形態で用いるスクリュの側面図である。

【図8】図6のF8 - F8線に沿う断面図である。

【図9】図6のF9 - F9線に沿う断面図である。

【図10】第1の実施形態において、回転軸上で隣り合う三つの筒体の間に跨って通路が形成された状態を拡大して示す第2の押出機の断面図である。

【図11】第1の実施形態において、スクリュに対する原料の流動方向を示す側面図である。

【図12】第1の実施形態において、スクリュが回転した時の原料の流動方向を概略的に示す第2の押出機の断面図である。

40

【図13】第1の実施形態の変形例を概略的に示す第2の押出機の断面図である。

【図14】第1の実施形態の変形例において、筒体を組み替えた状態を概略的に示す第2の押出機の断面図である。

【図15】第2の実施形態で用いる第2の押出機の断面図である。

【図16】第3の実施形態で用いる第2の押出機の断面図である。

【図17】第3の実施形態において、バレルおよびスクリュを共に断面で示す第2の押出機の断面図である。

【図18】図17のF18 - F18線に沿う断面図である。

【図19】第3の実施形態で用いる筒体の斜視図である。

【図20】第3の実施形態において、スクリュ本体の内部に形成された通路の構造を拡大

50

して示す断面図である。

【図 2 1】第 3 の実施形態において、スクリュが回転した時の原料の流動方向を示すスクリュの側面図である。

【図 2 2】第 3 の実施形態において、スクリュが回転した時の原料の流動方向を概略的に示す第 2 の押出機の断面図である。

【図 2 3】第 3 の実施形態において、障壁部の変形例を示す斜視図である。

【図 2 4】第 4 の実施形態で用いるスクリュの側面図である。

【図 2 5】第 4 の実施形態で用いる第 2 の押出機の断面図である。

【図 2 6】第 4 の実施形態において、パレルおよびスクリュを共に断面で示す第 2 の押出機の断面図である。

10

【図 2 7】図 2 6 の F 2 7 - F 2 7 線に沿う断面図である。

【図 2 8】第 4 の実施形態で用いる筒体の斜視図である。

【図 2 9】図 2 8 の矢印 F 2 9 の方向から見た筒体の斜視図である。

【図 3 0】第 4 の実施形態において、スクリュが回転した時の原料の流動方向を示すスクリュの側面図である。

【図 3 1】第 4 の実施形態において、スクリュが回転した時の原料の流動方向を概略的に示す第 2 の押出機の断面図である。

【図 3 2】第 4 の実施形態において、スクリュ本体の変形例 1 を概略的に示す断面図である。

【図 3 3】第 4 の実施形態において、スクリュ本体の変形例 2 を概略的に示す断面図である。

20

【図 3 4】第 4 の実施形態において、スクリュ本体の変形例 3 を概略的に示す断面図である。

【図 3 5】(A) は、図 3 4 の F 3 5 A の箇所を拡大して示す断面図である。(B) は、図 3 5 A の F 3 5 B - F 3 5 B 線に沿う断面図である。

【図 3 6】(A) は、図 3 4 の F 3 6 A の箇所を拡大して示す断面図である。(B) は、図 3 6 A の F 3 6 B - F 3 6 B 線に沿う断面図である。

【図 3 7】第 4 の実施形態において、スクリュ本体の変形例 4 を概略的に示す断面図である。

【図 3 8】第 4 の実施形態において、スクリュ本体の変形例 5 を概略的に示す断面図である。

30

【図 3 9】第 4 の実施形態において、スクリュ本体の変形例 6 を概略的に示す断面図である。

【図 4 0】第 5 の実施形態に係る第 2 の押出機の断面図である。

【図 4 1】第 6 の実施形態に係る第 2 の押出機の断面図である。

【図 4 2】第 7 の実施形態に係る第 2 の押出機の断面図である。

【図 4 3】第 8 の実施形態に係る第 2 の押出機の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 0 】

[第 1 の実施形態]

以下、第 1 の実施形態について、図 1 ないし図 1 2 を参照して説明する。

40

【 0 0 3 1 】

図 1 は、第 1 の実施形態に係る連続式高せん断加工装置 1 の構成を概略的に示している。高せん断加工装置 1 は、第 1 の押出機 2、第 2 の押出機 3 および第 3 の押出機 4 を備えている。第 1 の押出機 2、第 2 の押出機 3 および第 3 の押出機 4 は、互いに直列に接続されている。

【 0 0 3 2 】

第 1 の押出機 2 は、例えば二種類の非相溶性の樹脂を予備的に混練するための要素である。ブレンドされる樹脂としては、例えばポリメチルメタクリレート (P M M A) のようなメタクリレート系樹脂およびポリカーボネート樹脂 (P C) を使用している。

50

される二種類の樹脂は、例えばペレットの状態第1の押出機2に供給される。

【0033】

本実施形態では、樹脂の混練・溶融の度合いを強化するため、第1の押出機2として同方向回転型の二軸混練機を用いている。図2および図3は、二軸混練機の一例を開示している。二軸混練機は、バレル6と、バレル6の内部に収容された二本のスクリュ7a, 7bと、を備えている。バレル6は、二つの円筒を組み合わせた形状を有するシリンダ部8を含んでいる。前記樹脂は、バレル6の一端部に設けた供給口9からシリンダ部8に連続的に供給される。さらに、バレル6は、シリンダ部8に供給された樹脂を加熱するためのヒータを備えている。

【0034】

スクリュ7a, 7bは、互いに噛み合った状態でシリンダ部8に収容されている。スクリュ7a, 7bは、図示しないモータから伝わるトルクを受けて互いに同方向に回転される。図3に示すように、スクリュ7a, 7bは、夫々フィード部11、混練部12およびポンピング部13を備えている。フィード部11、混練部12およびポンピング部13は、スクリュ7a, 7bの軸方向に沿って一列に並んでいる。

【0035】

フィード部11は、螺旋状に挟まれたフライト14を有している。スクリュ7a, 7bのフライト14は、互いに噛み合った状態で回転するとともに、供給口9から供給された二種類の樹脂を混練部12に向けて搬送する。

【0036】

混練部12は、スクリュ7a, 7bの軸方向に並んだ複数のディスク15を有している。スクリュ7a, 7bのディスク15は、互いに向かい合った状態で回転するとともに、フィード部11から送られた樹脂を予備的に混練する。混練された樹脂は、スクリュ7a, 7bの回転によりポンピング部13に送り込まれる。

【0037】

ポンピング部13は、螺旋状に挟まれたフライト16を有している。スクリュ7a, 7bのフライト16は、互いに噛み合った状態で回転するとともに、予備的に混練された樹脂をバレル6の吐出端から押し出す。

【0038】

このような二軸混練機によると、スクリュ7a, 7bのフィード部11に供給された樹脂は、スクリュ7a, 7bの回転に伴うせん断発熱およびヒータにより加熱されたバレル6からの熱を受けて溶融する。二軸混練機での予備的な混練により溶融された樹脂は、ブレンドされた原料を構成する。原料は、図1に矢印Aで示すように、バレル6の吐出端から第2の押出機3に連続的に供給される。

【0039】

原料が第2の押出機3に供給される時点では、原料は第1の押出機2での予備的な混練により溶融されて流動性を有している。したがって、原料を本格的に混練する第2の押出機3の負担を軽減することができる。

【0040】

第2の押出機3は、原料の高分子成分がナノ分散化された微視的な分散構造を有する混練物を生成するための要素である。本実施形態では、第2の押出機3として単軸押出機を用いている。単軸押出機は、バレル20と、一本のスクリュ21と、を備えている。スクリュ21は、溶融された原料にせん断作用および伸長作用を繰り返し付加する機能を有している。スクリュ21を含む第2の押出機3の構成に関しては、後で詳細に説明する。

【0041】

第3の押出機4は、第2の押出機3から押し出された混練物に含まれるガス成分を除去するための要素である。本実施形態では、第3の押出機4として単軸押出機を用いている。図4に示すように、単軸押出機は、バレル22と、バレル22に収容された一本のベントスクリュ23と、を備えている。バレル22は、真っ直ぐな円筒状のシリンダ部24を含んでいる。第2の押出機3から押し出された混練物は、シリンダ部24の軸方向に沿う

10

20

30

40

50

一端部からシリンダ部 2 4 に連続的に供給される。

【 0 0 4 2 】

バレル 2 2 は、ベント口 2 5 を有している。ベント口 2 5 は、シリンダ部 2 4 の軸方向に沿う中間部に開口されているとともに、真空ポンプ 2 6 に接続されている。さらに、バレル 2 2 のシリンダ部 2 4 の他端部は、ヘッド部 2 7 で閉塞されている。ヘッド部 2 7 は、混練物を吐出させる吐出口 2 8 を有している。

【 0 0 4 3 】

ベントスクリュ 2 3 は、シリンダ部 2 4 に収容されている。ベントスクリュ 2 3 は、図示しないモータから伝わるトルクを受けて一方向に回転される。ベントスクリュ 2 3 は、螺旋状に挟まれたフライト 2 9 を有している。フライト 2 9 は、ベントスクリュ 2 3 と一

10

【 0 0 4 4 】

混練物は、ベント口 2 5 に対応する位置に搬送された時に、真空ポンプ 2 6 のバキューム圧を受ける。これにより、混練物に含まれるガス状物質やその他の揮発成分が混練物から連続的に除去される。ガス状物質やその他の揮発成分が取り除かれた混練物は、ヘッド部 2 7 の吐出口 2 8 から高せん断加工装置 1 の外に連続的に吐出される。

【 0 0 4 5 】

次に、第 2 の押出機 3 について詳細に説明する。

【 0 0 4 6 】

図 5 および図 6 に示すように、第 2 の押出機 3 のバレル 2 0 は、真っ直ぐな筒状であって、水平に配置されている。バレル 2 0 は、複数のバレルエレメント 3 1 に分割されている。

20

【 0 0 4 7 】

各バレルエレメント 3 1 は、円筒状の貫通孔 3 2 を有している。バレルエレメント 3 1 は、夫々の貫通孔 3 2 が同軸状に連続するように一体的に結合されている。バレルエレメント 3 1 の貫通孔 3 2 は、互いに協働してバレル 2 0 の内部に円筒状のシリンダ部 3 3 を規定している。シリンダ部 3 3 は、バレル 2 0 の軸方向に延びている。

【 0 0 4 8 】

供給口 3 4 がバレル 2 0 の軸方向に沿う一端部に形成されている。供給口 3 4 は、シリンダ部 3 3 に連通するとともに、当該供給口 3 4 に第 1 の押出機 2 でブレンドされた原料が連続的に供給される。

30

【 0 0 4 9 】

バレル 2 0 は、図示しないヒータを備えている。ヒータは、バレル 2 0 の温度が原料の混練に最適な値となるようにバレル 2 0 の温度を調整する。さらに、バレル 2 0 は、例えば水あるいは油のような冷媒が流れる冷媒通路 3 5 を備えている。冷媒通路 3 5 は、シリンダ部 3 3 を取り囲むように配置されている。冷媒は、バレル 2 0 の温度が予め決められた上限値を超えた時に冷媒通路 3 5 に沿って流れ、バレル 2 0 を強制的に冷却する。

【 0 0 5 0 】

バレル 2 0 の軸方向に沿う他端部は、ヘッド部 3 6 で閉塞されている。ヘッド部 3 6 は、吐出口 3 6 a を有している。吐出口 3 6 a は、供給口 3 4 に対しバレル 2 0 の軸方向に沿う反対側に位置されるとともに、第 3 の押出機 4 に接続されている。

40

【 0 0 5 1 】

図 5 ないし図 7 に示すように、スクリュ 2 1 は、スクリュ本体 3 7 を備えている。本実施形態のスクリュ本体 3 7 は、一本の回転軸 3 8 と、複数の円筒状の筒体 3 9 と、で構成されている。

【 0 0 5 2 】

回転軸 3 8 は、第 1 の軸部 4 0 および第 2 の軸部 4 1 を備えている。第 1 の軸部 4 0 は、バレル 2 0 の一端部の側である回転軸 3 8 の基端に位置されている。第 1 の軸部 4 0 は、継手部 4 2 およびストッパ部 4 3 を含んでいる。継手部 4 2 は、図示しないカップリン

50

グを介してモータのような駆動源に連結される。ストッパ部 4 3 は、継手部 4 2 に同軸状に設けられている。ストッパ部 4 3 は、継手部 4 2 よりも径が大きい。第 2 の軸部 4 1 は、第 1 の軸部 4 0 のストッパ部 4 3 の端面から同軸状に延びている。第 2 の軸部 4 1 は、パレル 2 0 の略全長に亘る長さを有するとともに、ヘッド部 3 6 と向かい合う先端を有している。

【 0 0 5 3 】

第 2 の軸部 4 1 は、ストッパ部 4 3 よりも径が小さいソリッドな円柱状である。図 8 および図 9 に示すように、第 2 の軸部 4 1 の外周面に一对のキー 4 5 a , 4 5 b が取り付けられている。キー 4 5 a , 4 5 b は、第 2 の軸部 4 1 の周方向に 1 8 0 ° ずれた位置で第 2 の軸部 4 1 の軸方向に延びている。

10

【 0 0 5 4 】

さらに、スクリュ本体 3 7 は、真っ直ぐな軸線 O 1 を有している。軸線 O 1 は、第 1 の軸部 4 0 および第 2 の軸部 4 1 を同軸状に貫通するとともに、回転軸 3 8 の軸方向に水平に延びている。

【 0 0 5 5 】

図 6 ないし図 1 0 に示すように、筒体 3 9 は、スクリュ本体 3 7 の外径を規定する要素であって、第 2 の軸部 4 1 の上に同軸状に挿入されている。本実施形態によると、全ての筒体 3 9 の外径 D 1 は、互いに同一に設定されている。

【 0 0 5 6 】

筒体 3 9 は、その軸方向に沿う両端に端面 3 9 a を有している。端面 3 9 a は、軸線 O 1 と直交する方向に沿うフラットな面である。一对のキー溝 4 7 a , 4 7 b が筒体 3 9 の内周面に形成されている。キー溝 4 7 a , 4 7 b は、筒体 3 9 の周方向に 1 8 0 ° ずれた位置で筒体 3 9 の軸方向に延びているとともに、筒体 3 9 の両方の端面 3 9 a に開口されている。

20

【 0 0 5 7 】

筒体 3 9 は、キー溝 4 7 a , 4 7 b を第 2 の軸部 4 1 のキー 4 5 a , 4 5 b に合わせた状態で第 2 の軸部 4 1 の先端の方向から第 2 の軸部 4 1 の上に挿入される。本実施形態では、第 2 の軸部 4 1 の上に最初に挿入された筒体 3 9 と第 1 の軸部 4 0 のストッパ部 4 3 の端面との間に第 1 のカラー 4 8 が介在されている。さらに、全ての筒体 3 9 を第 2 の軸部 4 1 の上に挿入した後、第 2 の軸部 4 1 の先端面に固定ねじ 4 9 を介して第 2 のカラー 5 0 が固定されている。

30

【 0 0 5 8 】

固定ねじ 4 9 は、締結具の一例であり、第 2 のカラー 5 0 は端板の一例である。第 2 のカラー 5 0 を第 2 の軸部 4 1 の先端面に固定することで、全ての筒体 3 9 が第 1 のカラー 4 8 と第 2 のカラー 5 0 との間で第 2 の軸部 4 1 の軸方向に締め付けられ、隣り合う筒体 3 9 の端面 3 9 a が隙間なく密着されている。

【 0 0 5 9 】

この結果、全ての筒体 3 9 が第 2 の軸部 4 1 の上で同軸状に結合され、外径が一定のセグメント式のスクリュ本体 3 7 が構成される。それとともに、回転軸 3 8 と筒体 3 9 とが一体構造物として組み立てられ、筒体 3 9 が回転軸 3 8 に追従して軸線 O 1 を中心に回転するようになっている。

40

【 0 0 6 0 】

本実施形態において、筒体 3 9 は、キー 4 5 a , 4 5 b により回転軸 3 8 に固定されることに限定されるものではない。例えば、キー 4 5 a , 4 5 b の代わりに、図 2 に示すようなスプラインを用いて筒体 3 9 を回転軸 3 8 に固定してもよい。

【 0 0 6 1 】

スクリュ 2 1 は、パレル 2 0 のシリンダ部 3 3 に収容されている。スクリュ 2 1 のスクリュ本体 3 7 は、シリンダ部 3 3 に対し同軸状に位置されており、当該スクリュ本体 3 7 の外周面とシリンダ部 3 3 の内周面との間に搬送路 5 1 が形成されている。図 8 および図 9 に示すように、搬送路 5 1 は、シリンダ部 3 3 の径方向に沿う断面形状が円環形であり

50

、シリンダ部 3 3 の軸方向に延びている。さらに、回転軸 3 8 の継手部 4 2 およびストップ部 4 3 は、バレル 2 0 の一端部からバレル 2 0 の外に突出されている。

【 0 0 6 2 】

本実施形態では、スクリュ 2 1 を回転軸 3 8 の基端の方向から見た時に、スクリュ 2 1 は、駆動源からのトルクを受けて図 5 に矢印で示すように反時計回り方向に左回転する。スクリュ 2 1 の回転数は、6 0 0 rpm ~ 3 0 0 0 rpm とすることが好ましい。

【 0 0 6 3 】

図 5 ないし図 7 および図 1 0 に示すように、スクリュ本体 3 7 は、原料を搬送する複数の搬送部 5 4 と、原料の流動を制限する複数の障壁部 5 5 と、を有している。搬送部 5 4 および障壁部 5 5 は、スクリュ本体 3 7 の軸方向に交互に並べて配置されている。スクリュ本体 3 7 の軸方向は、スクリュ本体 3 7 の長手方向と言い換えることができる。

10

【 0 0 6 4 】

各搬送部 5 4 は、螺旋状に捻じれたフライト 5 6 を有している。フライト 5 6 は、筒体 3 9 の周方向に沿う外周面から搬送路 5 1 に向けて張り出しており、当該フライト 5 6 の頂部が搬送部 5 4 の外周面を構成している。フライト 5 6 は、スクリュ 2 1 が左回転した時に、スクリュ本体 3 7 の先端から基端に向けて原料を搬送するように捻じれている。言い換えると、フライト 5 6 は、フライト 5 6 の捻じれ方向が左ねじと同じように左に捻じれている。

【 0 0 6 5 】

スクリュ本体 3 7 の軸方向に沿う搬送部 5 4 の長さは、例えば原料の種類、原料の混練度合い、単位時間当たりの混練物の生産量等に応じて適宜設定される。さらに、搬送部 5 4 とは、少なくとも筒体 3 9 の外周面にフライト 5 6 が形成された領域のことであるが、フライト 5 6 の始点と終点との間に領域に特定されるものではない。

20

【 0 0 6 6 】

すなわち、筒体 3 9 の外周面のうちフライト 5 6 から外れた領域も搬送部 5 4 とみなされることがあるし、フライト 5 6 を有する筒体 3 9 と隣り合う位置に円筒状のスペーサあるいは円筒状のカラーが配置された場合、当該スペーサやカラーも搬送部 5 4 に含まれることがあり得る。

【 0 0 6 7 】

各障壁部 5 5 は、螺旋状に捻じれたフライト 5 7 を有している。フライト 5 7 は、筒体 3 9 の周方向に沿う外周面から搬送路 5 1 に向けて張り出しており、当該フライト 5 7 の頂部が障壁部 5 5 の外周面を構成している。フライト 5 7 は、スクリュ 2 1 が左回転した時に、スクリュ本体 3 7 の基端から先端に向けて原料を搬送するように捻じれている。言い換えると、フライト 5 7 は、フライト 5 7 の捻じれ方向が右ねじと同じように右に捻じれている。

30

【 0 0 6 8 】

フライト 5 7 のピッチは、フライト 5 6 のピッチと同じか、フライト 5 6 のピッチよりも小さい。さらに、フライト 5 6 , 5 7 の頂部とバレル 2 0 のシリンダ部 3 3 の内周面との間には、僅かなクリアランスが確保されている。

【 0 0 6 9 】

スクリュ本体 3 7 の軸方向に沿う障壁部 5 5 の長さは、例えば原料の種類、原料の混練度合い、単位時間当たりの混練物の生産量等に応じて適宜設定される。障壁部 5 5 は、搬送部 5 4 により送られる原料の流動を堰き止めるように機能する。すなわち、障壁部 5 5 は、原料の搬送方向の下流側で搬送部 5 4 と隣り合うとともに、搬送部 5 4 によって送られる原料がフライト 5 7 の頂部とシリンダ部 3 3 の内周面との間のクリアランスを通過するのを妨げるように構成されている。

40

【 0 0 7 0 】

本実施形態では、バレル 2 0 の一端部に対応するスクリュ本体 3 7 の基端に障壁部 5 5 が位置され、バレル 2 0 の他端部に対応するスクリュ本体 3 7 の先端部には、吐出用フライト 5 8 が設けられている。吐出用フライト 5 8 は、スクリュ本体 3 7 の先端部に位置さ

50

れた筒体 3 9 の外周面から搬送路 5 1 に向けて張り出している。吐出用フライト 5 8 は、スクリュ本体 3 7 の基端から先端の方向に原料を搬送するように擦じれている。パレル 2 0 の供給口 3 4 は、スクリュ本体 3 7 の基端に最も近い一つの搬送部 5 4 の軸方向に沿う中間部と向かい合っている。

【 0 0 7 1 】

本実施形態によると、フライト 5 6 , 5 7 , 5 8 は、全て外径 D 1 が等しい複数の筒体 3 9 の外周面から搬送路 5 1 に向けて張り出している。このため、筒体 3 9 の外周面は、スクリュ 2 1 の谷径を規定している。スクリュ 2 1 の谷径は、スクリュ 2 1 の全長に亘って一定値に保たれている。

【 0 0 7 2 】

図 5 ないし図 7、図 1 0 に示すように、スクリュ本体 3 7 は、スクリュ本体 3 7 の軸方向に延びる複数の通路 6 0 を有している。通路 6 0 は、スクリュ本体 3 7 の軸方向に間隔を存して並んでいる。さらに、スクリュ本体 3 7 の軸方向に沿う中間部では、図 9 に示すように、スクリュ本体 3 7 の軸方向に延びる四つの通路 6 0 がスクリュ本体 3 7 の周方向に 9 0 ° の間隔を存して並んでいる。

【 0 0 7 3 】

図 6 および図 1 0 に示すように、各通路 6 0 は、一つの障壁部 5 5 と、当該障壁部 5 5 を挟んだ二つの搬送部 5 4 とを一つのユニットとした時に、これら搬送部 5 4 および障壁部 5 5 に対応する三つの筒体 3 9 の間に跨って形成されている。

【 0 0 7 4 】

具体的に述べると、各通路 6 0 は、第 1 ないし第 3 の通路要素 6 1 , 6 2 , 6 3 で規定されている。第 1 の通路要素 6 1 は、通路 6 0 の入口と言い換えることができる。第 1 の通路要素 6 1 は、前記一つのユニット毎に障壁部 5 5 よりもスクリュ本体 3 7 の基端の側に位置された搬送部 5 4 に対応する筒体 3 9 の外周面に開口されている。第 1 の通路要素 6 1 の開口端は、搬送部 5 4 に対応する筒体 3 9 の外周面上において、当該搬送部 5 4 よりもスクリュ本体 3 7 の基端の側で隣り合う障壁部 5 5 との境界付近に位置されている。さらに、第 1 の通路要素 6 1 の開口端は、フライト 5 6 から外れている。

【 0 0 7 5 】

本実施形態では、第 1 の通路要素 6 1 は、筒体 3 9 の外周面に例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。そのため、第 1 の通路要素 6 1 は、円形の断面形状を有する穴であり、軸線 O 1 と直交するように筒体 3 9 の外周面から筒体 3 9 の径方向に延びている。第 1 の通路要素 6 1 の底 6 1 a は、ドリルの先端で円錐状に削り取られた傾斜面となっている。

【 0 0 7 6 】

第 2 の通路要素 6 2 は、原料が流通する通路本体と言い換えることができる。第 2 の通路要素 6 2 は、搬送部 5 4 および障壁部 5 5 に対応する三つの筒体 3 9 の間に跨るようにスクリュ本体 3 7 の軸線 O 1 と平行に延びている。したがって、第 2 の通路要素 6 2 は、途中で分岐することなくスクリュ本体 3 7 の軸方向に一直線状に設けられているとともに、予め決められた全長を有している。

【 0 0 7 7 】

図 1 0 に最もよく示されるように、第 2 の通路要素 6 2 は、前記三つの筒体 3 9 のうちスクリュ本体 3 7 の基端の側の筒体 3 9 の内部に形成された第 1 の部分 6 5 a と、前記三つの筒体 3 9 のうち中間の筒体 3 9 の内部に形成された第 2 の部分 6 5 b と、前記三つの筒体 3 9 のうちスクリュ本体 3 7 の先端の側の筒体 3 9 の内部に形成された第 3 の部分 6 5 c と、で構成されている。第 1 の部分 6 5 a、第 2 の部分 6 5 b および第 3 の部分 6 5 c は、スクリュ本体 3 7 の軸方向に沿って同軸状に配列されている。

【 0 0 7 8 】

第 2 の通路要素 6 2 の第 1 の部分 6 5 a は、筒体 3 9 の軸方向に直線状に延びているとともに、当該筒体 3 9 のうち隣り合う中間の筒体 3 9 の側の端面 3 9 a に開口されている。第 1 の部分 6 5 a の開口端とは反対側の端部は、筒体 3 9 の端壁 3 9 b で閉塞されてい

10

20

30

40

50

る。本実施形態によると、第2の通路要素62の第1の部分65aは、筒体39の端面39aに例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。このため、第1の部分65aは、円形の断面形状を有する穴で規定されている。

【0079】

第2の通路要素62の第2の部分65bは、中間の筒体39に例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。第2の部分65bは、中間の筒体39を軸方向に貫通するとともに、中間の筒体39の両方の端面39aに開口されている。そのため、第2の部分65bは、円形の断面形状を有する穴で規定されている。

【0080】

第2の通路要素62の第3の部分65cは、筒体39の軸方向に直線状に伸びているとともに、当該筒体39のうち隣り合う中間の筒体39の側の端面39aに開口されている。第3の部分65cの開口端とは反対側の端部は、筒体39の端壁39bで閉塞されている。本実施形態によると、第2の通路要素62の第3の部分65cは、筒体39の端面39aに例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。このため、第3の部分65cは、円形の断面形状を有する穴で規定されている。

【0081】

図6および図10に示すように、第1の部分65aの開口端、第2の部分65bの開口端および第3の部分65cの開口端は、隣り合う三つの筒体39を回転軸38の軸方向に締め付けた時に、互いに連通するように同軸状に突き合わされている。

【0082】

第3の通路要素65cは、通路60の出口と言い換えることができる。第3の通路要素65cは、前記一つのユニット毎に障壁部55よりもスクリュ本体37の先端の側に位置された搬送部54に対応する筒体39の外周面に開口されている。第3の通路要素63の開口端は、搬送部54に対応する筒体39の外周面上において、当該搬送部54よりもスクリュ本体37の先端の側で隣り合う障壁部55との境界付近に位置されている。さらに、第3の通路要素65cの開口端は、フライト56から外れている。

【0083】

さらに、本実施形態では、第3の通路要素63は、筒体39の外周面に例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。そのため、第3の通路要素63は、円形の断面形状を有する穴であり、筒体39の外周面から筒体39の径方向に伸びている。第3の通路要素63の底63aは、ドリルの先端で円錐状に削り取られた傾斜面となっている。

【0084】

第1の通路要素61の開口端と第3の通路要素63の開口端とは、二つの搬送部54および一つの障壁部55を間に挟んでスクリュ本体37の軸方向に互いに離れている。言い換えると、第1の通路要素61の開口端と第3の通路要素63の開口端との間でスクリュ本体37の表面の形態が変化している。

【0085】

図10に示すように、第2の通路要素62の第1の部分65aの開口端とは反対側の端部は、筒体39の内部で第1の通路要素61に接続されている。第1の通路要素61および第2の通路要素62の第1の部分65aは、共に円形の断面形状を維持したまま互いに連通されている。さらに、第2の通路要素62の第1の部分65aの端部は、第1の通路要素61の円錐状の底61aを外れた位置で第1の通路要素61に接続されている。第2の通路要素62の第1の部分65aは、第1の通路要素61の底61aに接続してもよい。

【0086】

このため、第1の通路要素61は、スクリュ本体37の外周面に開口するように第2の通路要素62の第1の部分65aの端部から筒体39の径方向に立ち上げられた第1の立ち上がり部と言い換えることができる。

【0087】

第2の通路要素62の第3の部分65cの開口端とは反対側の端部は、筒体39の内部で第3の通路要素63に接続されている。第3の通路要素63および第2の通路要素62の第3の部分65cは、共に円形の断面形状を維持したまま互いに連通されている。さらに、第2の通路要素62の第3の部分65cの端部は、第3の通路要素63の円錐状の底63aを外れた位置で第3の通路要素63に接続されている。第2の通路要素62の第3の部分65cは、第3の通路要素63の底63aに接続してもよい。

【0088】

このため、第3の通路要素63は、スクリュ本体37の外周面に開口するように第2の通路要素62の第3の部分65cの端部から筒体39の径方向に立ち上げられた第2の立ち上がり部と言い換えることができる。

10

【0089】

加えて、スクリュ本体37の中間部では、通路60の入口となる第1の通路要素61と、隣り合う他の通路60の出口となる第3の通路要素63とが、隣り合う二つの障壁部55の間で搬送路51に通じている。

【0090】

それとともに、筒体39の内部に通路60を設けたことで、当該通路60は、スクリュ本体37の軸線O1に対し偏心している。このため、通路60は、スクリュ本体37が回転した時に軸線O1の回りを公転する。

【0091】

第2の通路要素62を構成する穴の内径は、例えば1mm以上、6mm未満、好ましくは1mm以上、5mm以下に設定するとよい。さらに、第2の通路要素62の内径は、入口となる第1の通路要素61の内径よりも小さい。それとともに、第2の通路要素62の径方向に沿う断面積は、シリンダ部33の径方向に沿う搬送路51の断面積よりも遥かに小さく設定されている。

20

【0092】

本実施形態によると、筒体39は、第1ないし第3の通路要素61、62、63を構成する穴の形状を定める円筒状の壁面66を有している。壁面66で囲まれた第1ないし第3の通路要素61、62、63は、原料の流通のみを許容する中空の空間であって、当該空間内にスクリュ本体37を構成する要素は存在しない。さらに、壁面66は、スクリュ本体37が回転した時に、軸線O1を中心に自転することなく軸線O1の回りを公転する。

30

【0093】

本実施形態において、複数の筒体39を回転軸38から取り外してスクリュ21を分解した際に、少なくともフライト56、57、58の一部が形成された筒体39は、スクリュエレメントと言い換えることができる。

【0094】

さらに、本実施形態によると、スクリュ21のスクリュ本体37は、回転軸38の上にスクリュエレメントとしての複数の筒体39を順次挿入することで構成される。このため、例えば原料の混練度合いに応じて搬送部54および障壁部55の交換や組み換えが可能であるとともに、交換・組み換え時の作業を容易に行なうことができる。

40

【0095】

加えて、複数の筒体39を回転軸38の軸方向に締め付けて隣り合う筒体39の端面39aを互いに密着させることで、通路60の第2の通路要素(通路本体)62が形成され、当該第2の通路要素62を介して第1の通路要素(入口)61と第3の通路要素(出口)63との間が一体的に連通される。

【0096】

このため、スクリュ本体37に通路60を形成するに当たっては、スクリュ本体37の全長に比べて長さが大幅に短い個々の筒体39に加工を施せばよい。よって、通路60を形成する際の作業性および取扱いが容易となる。

【0097】

50

このような構成の連続式高せん断加工装置 1 によると、第 1 の押出機 2 は、複数の樹脂を予備的に混練する。この混練により溶融された樹脂は、ブレンドされた流動性を有する原料となって第 2 の押出機 3 の供給口 3 4 に連続的に供給される。

【 0 0 9 8 】

第 2 の押出機 3 に供給された原料は、図 1 1 に矢印 B で示すように、スクリュ 2 1 の基端に最も近い搬送部 5 4 の外周面に投入される。スクリュ 2 1 は、回転軸 3 8 の基端の方向から見た時に反時計回り方向に左回転するので、搬送部 5 4 のフライト 5 6 は、図 1 1 に実線の矢印で示すように、供給口 3 4 から投入された原料をスクリュ本体 3 7 の基端の側で隣り合う障壁部 5 5 に向けて搬送する。すなわち、フライト 5 6 は、供給口 3 4 から投入された原料をスクリュ本体 3 7 の基端に向けて逆送りする。

10

【 0 0 9 9 】

この際、搬送路 5 1 内で回転するフライト 5 6 とシリンダ部 3 3 の内周面との間の速度差によって生じるせん断作用が原料に付加されるとともに、フライト 5 6 の微妙なねじれ具合により原料が攪拌される。この結果、原料が本格的に混練され、原料の高分子成分の分散化が進行する。

【 0 1 0 0 】

せん断作用を受けた原料は、搬送路 5 1 に沿って搬送部 5 4 と障壁部 5 5 との間の境界に達する。障壁部 5 5 のフライト 5 7 は、スクリュ 2 1 が左回転した時に、スクリュ本体 3 7 の基端から先端に向けて原料を搬送するように右方向に擦りつけているので、フライト 5 6 によって送り込まれる原料をフライト 5 7 が堰き止める。言い換えると、障壁部 5 5 のフライト 5 7 は、スクリュ 2 1 が左回転した時に、フライト 5 6 によって送り込まれる原料の流動を制限するとともに、原料が障壁部 5 5 の外周面とシリンダ部 3 3 の内周面との間のクリアランスを伝って通り抜けるのを妨げる。

20

【 0 1 0 1 】

この結果、搬送部 5 4 と障壁部 5 5 との境界で原料の圧力が高まる。具体的に述べると、図 1 2 は、搬送路 5 1 のうちスクリュ本体 3 7 の搬送部 5 4 に対応した箇所の原料の充填率をグラデーションで表しており、色調が濃くなる程に原料の充填率が高くなっている。図 1 2 から明らかかなように、搬送路 5 1 では、障壁部 5 5 に近づくに従い原料の充填率が高まっており、障壁部 5 5 の直前では、原料の充填率が 1 0 0 % となっている。

【 0 1 0 2 】

このため、障壁部 5 5 の直前に原料の充填率が 1 0 0 % の原料溜まり R が形成される。原料溜まり R では、原料の流動が堰き止められたことにより原料の圧力が上昇している。圧力が上昇した原料は、図 1 1 および図 1 2 に破線の矢印で示すように、通路 6 0 の第 1 の通路要素 6 1 から第 2 の通路要素 6 2 に流入する。

30

【 0 1 0 3 】

第 2 の通路要素 6 2 の径方向に沿う断面積は、シリンダ部 3 3 の径方向に沿う搬送路 5 1 の断面積よりも小さい。言い換えると、第 2 の通路要素 6 2 の内径は、スクリュ本体 3 7 の外径よりも遥かに小さいので、原料が第 2 の通路要素 6 2 を通過する際に原料が急激に絞られて、当該原料に伸長作用が付加される。

【 0 1 0 4 】

加えて、第 2 の通路要素 6 2 の断面積が搬送路 5 1 の断面積よりも十分に小さいために、原料溜まり R に溜まった原料が通路 6 0 に流入するにも拘らず、障壁部 5 5 の直前の原料溜まり R が消滅することはない。このため、例えばフライト 5 6 によって障壁部 5 5 に送り込まれる原料の流量が多少減少したとしても、流量の減少分を原料溜まり R に溜まった原料で補填することができる。よって、原料は、常に安定した状態で通路 6 0 に供給される。

40

【 0 1 0 5 】

第 2 の通路要素 6 2 を通過した原料は、図 1 2 に実線の矢印で示すように、第 3 の通路要素 6 3 を通じてスクリュ本体 3 7 の先端の側で隣り合う搬送部 5 4 に帰還される。帰還された原料は、搬送部 5 4 のフライト 5 6 によりスクリュ本体 3 7 の基端に向けて搬送さ

50

れ、この搬送の過程で再びせん断作用を受ける。せん断作用を受けた原料は、通路60の第1の通路要素61から第2の通路要素62に流入するとともに、当該第2の通路要素62を流通する過程で再び伸長作用を受ける。

【0106】

本実施形態では、複数の搬送部54および複数の障壁部55がスクリュ本体37の軸方向に交互に並んでいるとともに、複数の通路60がスクリュ本体37の軸方向に間隔を存して並んでいる。このため、供給口34からスクリュ本体37に投入された原料は、図10および図11に矢印で示すように、せん断作用および伸長作用を交互に繰り返し受けながらスクリュ本体37の基端から先端の方向に連続的に搬送される。よって、原料の混練の度合いが強化され、原料の高分子成分の分散化が促進される。

10

【0107】

複数の通路60の第2の通路要素62は、個々に第1の通路要素61および第3の通路要素63を介してスクリュ本体37の外周面に開口されている。このため、各通路60において、第1の通路要素61から第2の通路要素62に流入した原料は、必ず第3の通路要素63を通してスクリュ本体37の外周面に帰還し、複数の通路60の間で原料が混じり合うことはない。

【0108】

よって、原料の混練度が過剰となるのを回避することができ、所望する混練度に見合った適切な混練が可能となる。

【0109】

20

スクリュ本体37の先端に達した原料は、十分に混練された混練物となって通路60の出口63からシリンダ部33とヘッド部36との間の隙間に導かれる。さらに、混練物は、ヘッド部36の吐出口36aから第3の押出機4に連続的に供給される。

【0110】

第3の押出機4では、既に述べたように、混練物に含まれるガス状物質やその他の揮発成分が混練物から連続的に除去される。ガス状物質やその他の揮発成分が取り除かれた混練物は、ヘッド部27の吐出口28から高せん断加工装置1の外に途切れることなく連続的に吐出される。吐出された混練物は、水槽内に蓄えられた冷却水に浸漬される。これにより、混練物が強制的に冷却されて、所望の樹脂成形品が得られる。

【0111】

30

第2の押出機3では、第1の押出機2から供給された原料がスクリュ本体37の軸方向に複数回に亘って反転を繰り返しながら搬送され、この搬送の過程で原料にせん断作用および伸長作用が繰り返し付加される。言い換えると、原料がスクリュ本体37の外周面上の同一の箇所でも何回も循環することがないので、原料を第2の押出機3から第3の押出機4に間断なく供給することができる。

【0112】

これにより、十分に混練された混練物を連続的に成形することができ、バジ式の高せん断成形装置との比較において、混練物の生産効率を飛躍的に高めることができる。

【0113】

それとともに、本実施形態では、第1の押出機2で予備的に混練された樹脂が途切れることなく第2の押出機3に供給され続けるので、第1の押出機2の内部で樹脂の流れが一時的に停滞することはない。このため、予備的に混練された樹脂が第1の押出機2の内部に滞留することにより生じる樹脂の温度変化、粘度変化あるいは相変化を防止することができる。よって、常に品質が均一の原料を第1の押出機2から第2の押出機3に供給することができる。

40

【0114】

第1の実施形態によると、原料に伸長作用を付加する通路60は、スクリュ本体37の回転中心となる軸線O1に対し偏心した位置でスクリュ本体37の軸方向に延びているので、通路60は、軸線O1の回りを公転する。言い換えると、通路60を規定する円筒状の壁面66は、軸線O1を中心に自転することなく軸線O1の回りを公転する。

50

【 0 1 1 5 】

このため、原料が通路 6 0 を通過する際に、原料は遠心力を受けるものの当該原料が通路 6 0 の内部で活発に攪拌されることはない。よって、通路 6 0 を通過する原料がせん断作用を受け難くなり、通路 6 0 を通過して搬送部 5 4 に帰還する原料が受けるのは主に伸長作用となる。

【 0 1 1 6 】

したがって、第 1 の実施形態のスクリュ 2 1 によれば、原料にせん断作用を付加する箇所および原料に伸長作用を付加する箇所を明確に定めることができる。このことから、原料の混練の度合いを見極める上で有利な構成となるとともに、混練の度合いを精度よく制御することができる。この結果、原料の高分子成分がナノ分散化された微視的な分散構造を有する混練物を生成することが可能となる。

10

【 0 1 1 7 】

加えて、複数の通路 6 0 の全てが軸線 0 1 に対し偏心しているので、複数の通路 6 0 を通過する原料に均等に伸長作用を付加することができる。すなわち、複数の通路 6 0 の間での混練の条件のばらつきを解消することができ、均一な混練を行なうことができる。

【 0 1 1 8 】

第 1 の実施形態によると、複数の筒体 3 9 の外径 D 1 が互いに同一に設定されているので、搬送路 5 1 は、スクリュ本体 3 7 の軸方向に沿う全長に亘って一様な円環状の断面形状を有することになる。このため、搬送路 5 1 を介して原料にせん断作用および伸長作用を繰り返し付加する際に、せん断作用および伸長作用を順次スムーズに原料に付加することができ、より一層均一な混練を行うことができる。

20

【 0 1 1 9 】

さらに、第 1 の実施形態によると、従来の単軸押出機のスクリュが備えている可塑化ゾーンを有することなく、搬送部 5 4、障壁部 5 5 および通路 6 0 を組み合わせて配置したスクリュ 2 1 としているので、第 2 の押出機 3 を容易に操作することができる。

【 0 1 2 0 】

[第 1 の実施形態の変形例]

図 1 3 および図 1 4 は、第 1 の実施形態と関連性を有する変形例を開示している。

【 0 1 2 1 】

図 1 3 に示す変形例では、第 2 の通路要素 6 2 の第 2 の部分 6 5 b が設けられた筒体 3 9 の外周面に、障壁部 5 5 を構成する全てのフライト 5 7 と、搬送部 5 4 を構成する一部のフライト 5 6 とが連続して形成されている。すなわち、二種類のフライト 5 6、5 7 が形成された筒体 3 9 の内部に、第 2 の通路要素 6 2 の第 2 の部分 6 5 b が位置されている。

30

【 0 1 2 2 】

このような構成の場合、第 2 の通路要素 6 2 の第 2 の部分 6 5 b が設けられる筒体 3 9 として、図 1 4 に示されるような外周面の全ての領域に障壁部 5 5 用のフライト 5 7 が形成された専用の筒体 6 8 を準備すれば、当該筒体 6 8 を二種類のフライト 5 6、5 7 が形成された前記筒体 3 9 と入れ換えることが可能となる。

【 0 1 2 3 】

これにより、通路 6 0 を形成する三つの筒体 3 9、6 8 の長さの範囲内で搬送部 5 4 用のフライト 5 6 が占める領域と障壁部 5 5 用のフライト 5 7 が占める領域との割合を、例えば原料の混練の度合いに応じて変更することができる。

40

【 0 1 2 4 】

[第 2 の実施形態]

図 1 5 は、第 2 の実施形態を開示している。第 2 の実施形態は、スクリュ 2 1 の回転軸 3 8 に関する事項が第 1 の実施形態と相違している。それ以外の第 2 の押出機 3 の構成は、基本的に第 1 の実施形態と同様である。そのため、第 2 の実施形態において、第 1 の実施形態と同一の構成部分には同一の参照符号を付して、その説明を省略する。

【 0 1 2 5 】

50

図12に示すように、冷媒通路71が回転軸38の内部に形成されている。冷媒通路71は、回転軸38の軸線O1に沿って同軸状に延びている。冷媒通路71の一端は、継手部42の箇所でもータリジョイント72を介して出口配管73に接続されている。冷媒通路71の他端は、回転軸38の先端で液密に塞がれている。

【0126】

冷媒導入管74が冷媒通路71の内部に同軸状に挿入されている。冷媒導入管74の一端は、ロータリジョイント72を介して入口配管75に接続されている。冷媒導入管74の他端は、冷媒通路71の他端付近で冷媒通路71内に開口されている。

【0127】

第2の実施形態では、水又は油等の冷媒が入口配管75からロータリジョイント72および冷媒導入管74を介して冷媒通路71に送り込まれる。冷媒通路71に送り込まれた冷媒は、冷媒通路71の内周面と冷媒導入管74の外周面との間の隙間を通過して回転軸38の継手部42に帰還するとともに、ロータリジョイント72を介して出口配管73に戻される。

10

【0128】

第2の実施形態によると、冷媒が回転軸38の軸方向に沿って循環するので、当該冷媒を利用してスクリュ本体37を冷却することができる。このため、原料に接するスクリュ本体37の温度を適正に調節することができ、原料の温度上昇に基づく樹脂の劣化および粘度の変化等を未然に防止することができる。

【0129】

20

[第3の実施形態]

図16ないし図22は、第3の実施形態を開示している。第3の実施形態は、スクリュ21のスクリュ本体37に関する事項が第1の実施形態と相違している。それ以外の第2の押出機3の構成は、基本的に第1の実施形態と同様である。そのため、第3の実施形態において、第1の実施形態と同一の構成部分には同一の参照符号を付して、その説明を省略する。

【0130】

図16および図17に示すように、スクリュ本体37を構成する複数の筒体39は、第1の実施形態と同様に、第1のカラー48と第2のカラー50との間で第2の軸部41の軸方向に締め付けられ、隣り合う筒体39の端面39aが隙間なく密着されている。

30

【0131】

スクリュ本体37は、原料を搬送する複数の搬送部81と、原料の流動を制限する複数の障壁部82と、を有している。搬送部81および障壁部82は、スクリュ本体37の軸方向に交互に並べて配置されている。

【0132】

図17および図19に示すように、各搬送部81は、螺旋状に捻じれたフライト84を有している。フライト84は、筒体39の周方向に沿う外周面から搬送路51に向けて張り出しており、当該フライト84の頂部が搬送部81の外周面を構成している。フライト84は、スクリュ21が左回転した時に、スクリュ本体37の基端から先端に向けて原料を搬送するように捻じれている。言い換えると、フライト84は、フライト84の捻じれ方向が右ねじと同じように右に捻じれている。

40

【0133】

スクリュ本体37の軸方向に沿う搬送部81の長さは、例えば原料の種類、原料の混練度合い、単位時間当たりの混練物の生産量等に応じて適宜設定される。さらに、搬送部81とは、少なくとも筒体39の外周面にフライト84が形成された領域のことであるが、フライト84の始点と終点との間の領域に特定されるものではない。

【0134】

言い換えると、筒体39の外周面のうちフライト84から外れた領域も搬送部81とみなされることがある。それとともに、フライト84を有する筒体39と隣り合う位置に円筒状のスペーサあるいは円筒状のカラーが配置された場合、当該スペーサやカラーも搬送

50

部 8 1 に含まれることがあり得る。

【 0 1 3 5 】

各障壁部 8 2 は、螺旋状に拵じれたフライト 8 5 を有している。フライト 8 5 は、筒体 3 9 の周方向に沿う外周面から搬送路 5 1 に向けて張り出しており、当該フライト 8 5 の頂部が障壁部 8 2 の外周面を構成している。フライト 8 5 は、スクリュ 2 1 が左回転した時に、スクリュ本体 3 7 の先端から基端に向けて原料を搬送するように拵じれている。言い換えると、フライト 8 5 は、フライト 8 5 の拵じれ方向が左ねじと同じように左に拵じれている。

【 0 1 3 6 】

障壁部 8 2 のフライト 8 5 のピッチは、搬送部 8 1 のフライト 8 4 のピッチと同じか、
フライト 8 4 のピッチよりも小さい。さらに、フライト 8 4 , 8 5 の頂部とバレル 2 0 の
シリンダ部 3 3 の内周面との間には、僅かなクリアランスが確保されている。

10

【 0 1 3 7 】

スクリュ本体 3 7 の軸方向に沿う障壁部 8 2 の長さは、例えば原料の種類、原料の混練
度合い、単位時間当たりの混練物の生産量等に応じて適宜設定される。障壁部 8 2 は、搬
送部 8 1 により送られる原料の流動を堰き止めるように機能する。すなわち、障壁部 8 2
は、原料の搬送方向の下流側で搬送部 8 1 と隣り合うとともに、搬送部 8 1 によって送ら
れる原料がフライト 8 5 の頂部とシリンダ部 3 3 の内周面との間のクリアランスを通過す
るのを阻止するように構成されている。

【 0 1 3 8 】

よって、本実施形態に係る第 2 の押出機 3 では、障壁部 8 2 の位置で原料の流動が堰き
止められ、原料が障壁部 8 2 の外周面とシリンダ部 3 3 の内周面との間のクリアランスを
通過しないことを前提としている。

20

【 0 1 3 9 】

本実施形態によると、スクリュ本体 3 7 の基端では、複数の搬送部 8 1 がスクリュ本体
3 7 の軸方向に連続して配列されている。バレル 2 0 の供給口 3 4 は、スクリュ本体 3 7
の基端において一つの搬送部 8 1 の軸方向に沿う中間部と向かい合っている。同様に、ス
クリュ本体 3 7 の先端では、複数の搬送部 8 1 がスクリュ本体 3 7 の軸方向に連続して配
列されている。

【 0 1 4 0 】

図 1 7 および図 1 9 に示すように、スクリュ本体 3 7 の中間部では、搬送部 8 1 を構成
するフライト 8 4 および障壁部 8 2 を構成するフライト 8 5 が共通する筒体 3 9 の周方向
に沿う外周面に連続して形成されている。すなわち、一つの筒体 3 9 の外周面に機能が異
なる二種類のフライト 8 4 , 8 5 が軸方向に連続して形成されている。障壁部 8 2 を構成
するフライト 8 5 は、搬送部 8 1 を構成するフライト 8 4 に対しスクリュ本体 3 7 の先端
の側に位置されている。

30

【 0 1 4 1 】

さらに、本実施形態では、フライト 8 4 , 8 5 は、全て外径 D 1 が等しい複数の筒体 3
9 の外周面から搬送路 5 1 に向けて張り出している。このため、筒体 3 9 の外周面は、ス
クリュ 2 1 の谷径を規定している。スクリュ 2 1 の谷径は、スクリュ 2 1 の全長に亘って
一定値に保たれている。

40

【 0 1 4 2 】

図 1 6 ないし図 2 0 に示すように、スクリュ本体 3 7 は、スクリュ本体 3 7 の軸方向に
延びる複数の通路 8 6 を有している。通路 8 6 は、スクリュ本体 3 7 の軸方向に沿う同一
の直線上に位置するように一列に整列されている。各通路 8 6 は、二種類のフライト 8 4
, 8 5 が形成された二つの筒体 3 9 の間に跨るように、当該筒体 3 9 の内部に形成されて
いる。具体的に述べると、各通路 8 6 は、第 1 ないし第 3 の通路要素 8 7 , 8 8 , 8 9 で
規定されている。

【 0 1 4 3 】

第 1 の通路要素 8 7 は、通路 8 6 の入口と言い換えることができる。第 1 の通路要素 8

50

7は、隣り合う二つの筒体39のうち一方の筒体39の外周面に開口されている。第1の通路要素87の開口端は、搬送部81と障壁部82との境界に位置されているとともに、搬送部81のフライト84および障壁部82のフライト85から外れている。

【0144】

さらに、本実施形態では、第1の通路要素87は、一方の筒体39の外周面に例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。そのため、第1の通路要素87は、円形の断面形状を有する穴であり、軸線O1と直交するように一方の筒体39の外周面から筒体39の径方向に延びている。第1の通路要素87の底87aは、ドリルの先端で円錐状に削り取られた傾斜面となっている。

【0145】

第2の通路要素88は、原料が流通する通路本体と言い換えることができる。第2の通路要素88は、隣り合う二つの筒体39の間に跨るように、スクリュ本体37の軸線O1と平行に延びている。したがって、第2の通路要素88は、途中で分岐することなくスクリュ本体37の軸方向に一直線状に設けられているとともに、予め決められた全長を有している。

【0146】

図20に最もよく示されるように、第2の通路要素88は、一方の筒体39の内部に形成された第1の部分91aと、他方の筒体39の内部に形成された第2の部分91bと、を備えている。

【0147】

第2の通路要素88の第1の部分91aは、一方の筒体39の軸方向に直線状に延びているとともに、一方の筒体39のうち他方の筒体39の側の端面39aに開口されている。第1の部分91aの開口端とは反対側の端部は、一方の筒体39の軸方向に沿う中間部で閉塞されている。本実施形態によると、第2の通路要素88の第1の部分91aは、一方の筒体39の端面39aの側から一方の筒体39に例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。このため、第1の部分91aは、円形の断面形状を有する穴で規定されている。

【0148】

第2の通路要素88の第2の部分91bは、他方の筒体39の軸方向に直線状に延びているとともに、他方の筒体39のうち一方の筒体39の側の端面39aに開口されている。第2の部分91bの開口端とは反対側の端部は、他方の筒体39の内部で閉塞されている。

【0149】

本実施形態によると、第2の通路要素88の第2の部分91bは、他方の筒体39の端面39aの側から他方の筒体39に例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。このため、第2の部分91bは、第1の部分91aと同様に円形の断面形状を有する穴で規定されている。

【0150】

図17および図20に最もよく示されるように、第1の部分91aの開口端と第2の部分91bの開口端とは、隣り合う二つの筒体39を回転軸38の軸方向に締め付けた時に、互いに連通するように同軸状に突き合わされている。

【0151】

第3の通路要素89は、通路86の出口と言い換えることができる。第3の通路要素89は、隣り合う二つの筒体39のうち他方の筒体39の外周面に開口されている。第3の通路要素89の開口端は、搬送部81の上流端に位置されるとともに、当該搬送部81が有するフライト84から外れている。この結果、第1の通路要素87の開口端と第3の通路要素89の開口端とは、障壁部82を間に挟んでスクリュ本体37の軸方向に互いに離れている。

【0152】

さらに、本実施形態では、第3の通路要素89は、他方の筒体39の外周面に例えばド

10

20

30

40

50

リルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。そのため、第3の通路要素89は、円形の断面形状を有する穴であり、軸線O1と直交するように他方の筒体39の外周面から筒体39の径方向に延びている。第3の通路要素89の底89aは、ドリルの先端で円錐状に削り取られた傾斜面となっている。

【0153】

図20に示すように、第2の通路要素88の第1の部分91aの開口端と反対側の端部は、一方の筒体39の内部で第1の通路要素87に接続されている。第1の通路要素87および第2の通路要素88の第1の部分91aは、共に円形の断面形状を維持したまま互いに連通されている。さらに、第2の通路要素88の第1の部分91aは、第1の通路要素87の円錐状の底87aを外れた位置で第1の通路要素87に接続されている。第2の通路要素88の第1の部分91aは、第1の通路要素87の底87aに接続してもよい。

10

【0154】

このため、第1の通路要素87は、スクリュ本体37の外周面に開口するように第2の通路要素88の第1の部分91aの端部から筒体39の径方向に立ち上げられた第1の立ち上がり部と言い換えることができる。

【0155】

第2の通路要素88の第2の部分91bの開口端と反対側の端部は、他方の筒体39の内部で第3の通路要素89に接続されている。第3の通路要素89および第2の通路要素88の第2の部分91bは、共に円形の断面形状を維持したまま互いに連通されている。さらに、第2の通路要素88の第2の部分91bは、第3の通路要素89の円錐状の底89aを外れた位置で第3の通路要素89に接続されている。第2の通路要素88の第2の部分91bは、第3の通路要素89の底89aに接続してもよい。

20

【0156】

このため、第3の通路要素89は、スクリュ本体37の外周面に開口するように第2の通路要素88の第2の部分91bの端部から筒体39の径方向に立ち上げられた第2の立ち上がり部と言い換えることができる。

【0157】

本実施形態によると、筒体39の内部に通路86を設けたことで、当該通路86は、スクリュ本体37の軸線O1に対し偏心している。このため、通路86は、スクリュ本体37が回転した時に軸線O1の回りを公転する。

30

【0158】

第2の通路要素88を構成する穴の内径は、例えば1mm以上、6mm未満、好ましくは1mm以上、5mm以下に設定するとよい。さらに、第2の通路要素88の内径は、入口となる第1の通路要素87の内径よりも小さい。それとともに、第2の通路要素88の径方向に沿う断面積は、シリンダ部33の径方向に沿う搬送路51の断面積よりも遥かに小さく設定されている。

【0159】

本実施形態によると、筒体39は、第1ないし第3の通路要素87、88、89を構成する穴の形状を定める円筒状の壁面92を有している。壁面92で囲まれた第1ないし第3の通路要素87、88、89は、原料の流通のみを許容する中空の空間であって、当該空間内にスクリュ本体37を構成する要素は存在しない。さらに、壁面92は、スクリュ本体37が回転した時に、軸線O1を中心に自転することなく軸線O1の回りを公転する。

40

【0160】

さらに、本実施形態では、フライト84、85が形成された複数の筒体39を回転軸38から取り外した時に、第1の通路要素87および第3の通路要素89の少なくともいずれか一方が設けられ、内部に第2の通路要素88が設けられた筒体39は、スクリュエレメントと言い換えることができる。

【0161】

このような構成によると、第1の押出機2でブレンドされた流動性を有する原料は、第

50

2の押出機3の供給口34から搬送路51に連続的に供給される。第2の押出機3に供給された原料は、図21に矢印Cで示すように、スクリュ本体37の基端に位置された一つの搬送部81の外周面に投入される。スクリュ21は、回転軸38の基端の方向から見た時に反時計回り方向に左回転するので、搬送部81のフライト84は、図21に実線の矢印で示すように、供給口34から投入された原料をスクリュ本体37の先端に向けて搬送する。

【0162】

この際、搬送路51内で回転するフライト84とシリンダ部33の内周面との間の速度差により生じるせん断作用が原料に付加されるとともに、フライト84の微妙なねじれ具合により原料が攪拌される。この結果、原料が本格的に混練され、原料の高分子成分の分散化が進行する。

10

【0163】

せん断作用を受けた原料は、搬送路51に沿って搬送部81と障壁部82との間の境界に達する。障壁部82のフライト85は、スクリュ21が左回転した時に、原料をスクリュ本体37の先端から基端に向けて搬送するので、フライト84によって送り込まれる原料をフライト85が堰き止める。

【0164】

すなわち、障壁部82のフライト85は、スクリュ21が左回転した時に、搬送部81のフライト84によって送り込まれる原料の流動を制限するとともに、原料が障壁部82の外周面とシリンダ部33の内周面との間のクリアランスを伝って通り抜けるのを妨げる。

20

【0165】

この結果、搬送部81と障壁部82との間の境界で原料の圧力が高まる。具体的に述べると、図22は、搬送路51のうち通路86に対応した箇所の原料の充填率をグラデーションで表しており、色調が濃くなる程に原料の充填率が高くなっている。図22から明らかな通り、搬送路51では、障壁部82に近づくに従い原料の充填率が高まっており、障壁部82の直前では、原料の充填率が100%となっている。

【0166】

このため、障壁部82の直前に原料の充填率が100%の原料溜まりRが形成される。原料溜まりRでは、原料の流動が堰き止められたことに伴い原料の圧力が上昇している。圧力が上昇した原料は、図21および図22に破線の矢印で示すように、搬送部81と障壁部82との間の境界に開口された通路86の第1の通路要素87から第2の通路要素88に流入する。第2の通路要素88に流入した原料は、スクリュ本体37の基端から先端に向けて第2の通路要素88を流通する。

30

【0167】

第2の通路要素88の径方向に沿う断面積は、シリンダ部33の径方向に沿う搬送路51の断面積よりも小さい。言い換えると、第2の通路要素88の内径は、スクリュ本体37の外径よりも遥かに小さいので、原料が第2の通路要素88を通過する際に原料が急激に絞られて、当該原料に伸長作用が付加される。

【0168】

加えて、第2の通路要素88の断面積が搬送路51の断面積よりも十分に小さいために、原料溜まりRに溜まった原料が通路86に流入するにも拘らず、障壁部82の直前の原料溜まりRが消滅することはない。このため、例えば搬送部81のフライト84によって障壁部82に送り込まれる原料の流量が多少減少したとしても、流量の減少分を原料溜まりRに溜まった原料で補填することができる。よって、原料は、常に安定した状態で通路86に供給される。

40

【0169】

図22に破線の矢印で示すように、通路86の第2の通路要素88を通過した原料は、第3の通路要素89から隣り合う搬送部81の筒体39の外周面に帰還される。帰還された原料は、隣り合う搬送部81のフライト84によってスクリュ本体37の先端の方向に

50

搬送され、この搬送の過程で再びせん断作用を受ける。せん断作用を受けた原料は、次の通路 8 6 の第 1 の通路要素 8 7 から第 2 の通路要素 8 8 に流入するとともに、第 2 の通路要素 8 8 を通過する過程で再び伸長作用を受ける。

【 0 1 7 0 】

スクリュ本体 3 7 の軸方向に沿う中間部では、複数の搬送部 8 1 および複数の障壁部 8 2 がスクリュ本体 3 7 の軸方向に交互に並んでいるとともに、複数の通路 8 6 がスクリュ本体 3 7 の軸方向に間隔を存して並んでいる。このため、供給口 3 4 からスクリュ本体 3 7 に投入された原料は、せん断作用および伸長作用を交互に繰り返し受けながらスクリュ本体 3 7 の基端から先端の方向に途切れることなく連続的に搬送される。よって、原料の混練の度合いが強化され、原料の高分子成分の分散化が促進される。

10

【 0 1 7 1 】

複数の通路 8 6 の第 2 の通路要素 8 8 は、個々に第 1 の通路要素 8 7 および第 3 の通路要素 8 9 を介してスクリュ本体 3 7 の外周面に開口されている。このため、各通路 8 6 において、第 1 の通路要素 8 7 から第 2 の通路要素 8 8 に流入した原料は、必ず第 3 の通路要素 8 9 を通ってスクリュ本体 3 7 の外周面に帰還し、複数の通路 8 6 の間で原料が混じり合うことはない。

【 0 1 7 2 】

よって、原料の混練度が過剰となるのを回避することができ、所望する混練度に見合った適切な混練が可能となる。

【 0 1 7 3 】

第 3 の実施形態によると、原料に伸長作用を付加する通路 8 6 は、スクリュ本体 3 7 の回転中心となる軸線 O 1 に対し偏心した位置でスクリュ本体 3 7 の軸方向に延びているので、通路 8 6 は、軸線 O 1 の回りを公転する。言い換えると、通路 8 6 を規定する円筒状の壁面 9 2 は、軸線 O 1 を中心に自転することなく軸線 O 1 の回りを公転する。

20

【 0 1 7 4 】

このため、原料が通路 8 6 を通過する際に、原料が通路 8 6 の内部で活発に攪拌されることはない。よって、通路 8 6 を通過する原料がせん断作用を受け難くなり、通路 8 6 を通過して搬送部 8 1 の外周面に帰還する原料が受けるのは主に伸長作用となる。

【 0 1 7 5 】

したがって、第 3 の実施形態のスクリュ 2 1 においても、原料にせん断作用を付加する箇所および原料に伸長作用を付加する箇所を明確に定めることができ、前記第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

30

【 0 1 7 6 】

[第 3 の実施形態の変形例]

図 2 3 は、第 3 の実施形態と関連性を有する変形例を開示している。変形例は、スクリュ本体 3 7 の障壁部 8 2 の構成が第 3 の実施形態と相違している。図 2 3 に示すように、障壁部 8 2 は、スクリュ本体 3 7 の軸方向に延びる円筒形の大径部 9 5 で構成されている。大径部 9 5 は、スクリュ本体 3 7 の周方向に連続する外周面 9 5 a を有するとともに、スクリュ本体 3 7 の軸方向に沿う長さがスクリュ本体 3 7 の軸方向に沿う障壁部 8 2 の長さと同様に設定されている。大径部 9 5 の外周面 9 5 a は、凹みや切欠きが存在しない滑らかな面とすることが好ましい。

40

【 0 1 7 7 】

[第 4 の実施形態]

図 2 4 ないし図 3 1 は、第 4 の実施形態を開示している。第 4 の実施形態は、スクリュ 2 1 のスクリュ本体 3 7 に関する事項が第 1 の実施形態と相違している。それ以外の第 2 の押出機 3 の構成は、基本的に第 1 の実施形態と同様である。そのため、第 4 の実施形態において、第 1 の実施形態と同一の構成部分には同一の参照符号を付して、その説明を省略する。

【 0 1 7 8 】

図 2 4 ないし図 2 6 に示すように、スクリュ本体 3 7 を構成する複数の筒体 3 9 は、第

50

1の実施形態と同様に、第1のカラー48と第2のカラー50との間で第2の軸部41の軸方向に締め付けられ、隣り合う筒体39の端面39aが隙間なく密着されている。

【0179】

スクリュ本体37は、原料を搬送する複数の搬送部101と、原料の流動を制限する複数の障壁部102と、原料を一時的に循環させる複数の循環部103と、を有している。搬送部101、障壁部102および循環部103は、スクリュ本体37の軸方向に並べて配置されている。

【0180】

各搬送部101は、螺旋状に捻じれたフライト105を有している。フライト105は、筒体39の周方向に沿う外周面から搬送路51に向けて張り出しており、当該フライト105の頂部が搬送部101の外周面を構成している。フライト105は、スクリュ21が左回転した時に、スクリュ本体37の基端から先端に向けて原料を搬送するように捻じれている。言い換えると、フライト105は、フライト105の捻じれ方向が右ねじと同じように右に捻じれている。

10

【0181】

本実施形態では、スクリュ本体37の基端および先端に夫々複数の搬送部101が連続して配置されている。パレル20の供給口34は、スクリュ本体37の基端において一つの搬送部101の軸方向に沿う中間部と向かい合っている。

【0182】

スクリュ本体37の軸方向に沿う搬送部101の長さは、例えば原料の種類、原料の混練度合い、単位時間当たりの混練物の生産量等に応じて適宜設定される。さらに、搬送部101とは、少なくとも筒体39の外周面にフライト105が形成された領域のことであるが、フライト105の始点と終点との間の領域に特定されるものではない。

20

【0183】

言い換えると、筒体39の外周面のうちフライト105から外れた領域も搬送部101とみなされることがある。それとともに、フライト105を有する筒体39と隣り合う位置に円筒状のスペーサあるいは円筒状のカラーが配置された場合、当該スペーサやカラーも搬送部101に含まれることがあり得る。

【0184】

障壁部102は、スクリュ本体37の基端と先端との間の中間部においてスクリュ本体37の軸方向に間隔を存して並んでいる。各障壁部102は、螺旋状に捻じれたフライト107を有している。フライト107は、筒体39の周方向に沿う外周面から搬送路51に向けて張り出しており、当該フライト107の頂部が障壁部102の外周面を構成している。フライト107は、スクリュ21が左回転した時に、スクリュ本体37の先端から基端に向けて原料を搬送するように捻じれている。言い換えると、フライト107は、フライト107の捻じれ方向が左ねじと同じように左に捻じれている。障壁部102のフライト107のピッチは、搬送部101のフライト105のピッチと同じか、フライト105のピッチよりも小さい。

30

【0185】

さらに、スクリュ本体37の軸方向に沿う障壁部102の全長は、搬送部101の全長よりも短い。加えて、フライト107の頂部とパレル20のシリンダ部33の内周面との間のクリアランスは、フライト105との頂部とパレル20のシリンダ部33の内周面との間のクリアランスよりも若干小さい。

40

【0186】

スクリュ本体37の軸方向に沿う障壁部102の長さは、例えば原料の種類、原料の混練度合い、単位時間当たりの混練物の生産量等に応じて適宜設定される。障壁部102は、搬送部101により送られる原料の流動を堰き止めるように機能する。すなわち、障壁部102は、搬送部101によって送られる原料がフライト107の頂部とシリンダ部33の内周面との間のクリアランスを通過するのを制限するように構成されている。

【0187】

50

循環部 103 は、障壁部 102 に対し回転軸 38 の基端の方向から隣り合っている。各循環部 103 は、螺旋状に拵じれた第 1 ないし第 3 のフライト 110, 111, 112 を有している。本実施形態では、障壁部 102 からスクリュ本体 37 の基端に向けて第 1 のフライト 110、第 2 のフライト 111 および第 3 のフライト 112 の順に並んでいる。

【0188】

第 1 ないし第 3 のフライト 110, 111, 112 は、夫々筒体 39 の周方向に沿う外周面から搬送路 51 に向けて張り出しており、当該フライト 110, 111, 112 の頂部が循環部 103 の外周面を構成している。

【0189】

第 1 ないし第 3 のフライト 110, 111, 112 は、スクリュ本体 37 の軸方向に連続して配置されているとともに、スクリュ 21 が左回転した時に、スクリュ本体 37 の基端から先端に向けて原料を搬送するように拵じれている。言い換えると、第 1 ないし第 3 のフライト 110, 111, 112 は、個々の拵じれ方向が右ねじと同じように右に拵じれている。

【0190】

第 1 のフライト 110 のピッチは、隣り合う障壁部 102 のフライト 107 のピッチと同じか、フライト 107 のピッチよりも大きい。第 2 のフライト 111 のピッチは、第 1 のフライト 110 のピッチよりも小さい。第 3 のフライト 112 のピッチは、第 2 のフライト 111 のピッチよりも大きい。第 1 ないし第 3 のフライト 110, 111, 112 の頂部とバレル 20 のシリンダ部 33 の内周面との間には、僅かなクリアランスが確保されている。

【0191】

本実施形態のスクリュ 21 によると、各種のフライト 105, 107, 110, 111, 112 は、全て外径 D1 が等しい複数の筒体 39 の外周面から搬送路 51 に向けて張り出している。このため、筒体 39 の外周面は、スクリュ 21 の谷径を規定している。スクリュ 21 の谷径は、スクリュ 21 の全長に亘って一定値に保たれている。

【0192】

図 24 ないし図 26 に示すように、スクリュ本体 37 は、スクリュ本体 37 の軸方向に延びる複数の通路 115 を有している。通路 115 は、循環部 103 の第 1 のフライト 110 の位置で筒体 39 の内部に形成されており、スクリュ本体 37 の軸方向に互いに間隔を存して一列に並んでいる。

【0193】

各通路 115 は、スクリュ本体 37 の軸線 O1 と平行に延びている。言い換えると、通路 115 は、途中で分岐することなく筒体 39 の軸方向に一直線状に延びており、予め決められた全長を有している。

【0194】

筒体 39 の内部に通路 115 を設けたことで、当該通路 115 はスクリュ本体 37 の軸線 O1 から偏心している。このため、通路 115 は、スクリュ本体 37 が軸線 O1 を中心に回転した時に、軸線 O1 の回りを公転する。

【0195】

図 27 に示すように、通路 115 は、例えば円形の断面形状を有する孔で規定されている。通路 115 を構成する孔の内径は、例えば 1mm 以上、6mm 未満、好ましくは 1mm 以上、5mm 以下に設定するとよい。通路 115 の径方向に沿う断面積は、シリンダ部 33 の径方向に沿う搬送路 51 の断面積よりも遥かに小さく設定されている。

【0196】

さらに、第 1 のフライト 110 が形成された筒体 39 は、孔を規定する円筒状の壁面 116 を有している。壁面 116 で囲まれた通路 115 は、原料の流通のみを許容する中空の空間であって、当該空間内にスクリュ本体 37 を構成する要素は存在しない。それとともに、壁面 116 は、スクリュ本体 37 が軸線 O1 を中心に回転した時に、軸線 O1 を中心に自転することなく軸線 O1 の回りを公転する。

10

20

30

40

50

【 0 1 9 7 】

図 2 6 および図 3 1 に示すように、各通路 1 1 5 は、入口 1 1 7 および出口 1 1 8 を有している。入口 1 1 7 は、循環部 1 0 3 に対し回転軸 3 8 の先端の方向から隣り合う障壁部 1 0 2 の直前に位置されている。本実施形態では、循環部 1 0 3 を構成する筒体 3 9 の端面に、筒体 3 9 の外周面に開口された溝 1 2 0 が形成され、当該溝 1 2 0 の内面に入口 1 1 7 が開口されている。

【 0 1 9 8 】

出口 1 1 8 は、第 1 のフライト 1 1 0 と第 2 のフライト 1 1 1 との間の境界に位置されている。本実施形態では、循環部 1 0 3 を構成する筒体 3 9 の端面に、筒体 3 9 の外周面に開口された溝 1 2 1 が形成され、当該溝 1 2 1 の内面に出口 1 1 8 が開口されている。このため、入口 1 1 7 および出口 1 1 8 は、第 1 のフライト 1 1 0 に対応した位置でスクリュ本体 3 7 の軸方向に互いに離れている。

10

【 0 1 9 9 】

本実施形態によると、溝 1 2 0 の内面に開口された入口 1 1 7 の開口面積および溝 1 2 1 の内面に開口された出口 1 1 8 に開口面積は、通路 1 1 5 の径方向に沿う面積と同等もしくは大きくすることが望ましい。

【 0 2 0 0 】

さらに、複数の筒体 3 9 を回転軸 3 8 から取り外してスクリュ 2 1 を分解した際に、第 1 のフライト 1 1 0 および通路 1 1 5 が設けられた筒体 3 9 は、スクリュエレメントと言い換えることができる。同様に、他のフライト 1 0 5 , 1 0 7 , 1 1 1 , 1 1 2 が形成された複数の筒体 3 9 にしても、回転軸 3 8 から取り外した状態ではスクリュエレメントと言い換えることができる。

20

【 0 2 0 1 】

このような構成によると、第 1 の押出機 2 でブレンドされた流動性を有する原料は、第 2 の押出機 3 の供給口 3 4 から搬送路 5 1 に連続的に供給される。第 2 の押出機 3 に供給された原料は、図 3 0 に矢印 D で示すように、スクリュ本体 3 7 の基端に位置された一つの搬送部 1 0 1 の外周面に投入される。

【 0 2 0 2 】

スクリュ 2 1 は、回転軸 3 8 の基端の方向から見た時に反時計回り方向に左回転するので、搬送部 1 0 1 のフライト 1 0 5 は、供給口 3 4 から投入された原料を隣り合う循環部 1 0 3 に向けて搬送する。循環部 1 0 3 の第 1 ないし第 3 のフライト 1 1 0 , 1 1 1 , 1 1 2 は、図 3 0 および図 3 1 に実線の矢印で示すように、引き続き原料をスクリュ本体 3 7 の先端の方向に搬送する。

30

【 0 2 0 3 】

この際、搬送路 5 1 内で旋回するフライト 1 0 5 , 1 1 0 , 1 1 1 , 1 1 2 とシリンダ部 3 3 の内周面との間の速度差によって生じるせん断作用が原料に付加されるとともに、フライト 1 0 5 , 1 1 0 , 1 1 1 , 1 1 2 の微妙なねじれ具合により原料が攪拌される。この結果、原料が本格的に混練され、原料の高分子成分の分散化が進行する。

【 0 2 0 4 】

せん断作用を受けた原料は、搬送路 5 1 に沿って循環部 1 0 3 と障壁部 1 0 2 との間の境界に達する。障壁部 1 0 2 のフライト 1 0 7 は、スクリュ 2 1 が左回転した時に、原料をスクリュ本体 3 7 の先端から基端に向けて搬送するので、第 1 のフライト 1 1 0 によって送り込まれる原料をフライト 1 0 7 が堰き止める。

40

【 0 2 0 5 】

すなわち、障壁部 1 0 2 のフライト 1 0 7 は、スクリュ 2 1 が左回転した時に、循環部 1 0 3 の第 1 のフライト 1 1 0 によって送り込まれる原料の流動を制限するとともに、原料が障壁部 1 0 2 の外周面とシリンダ部 3 3 の内周面との間のクリアランスを伝って通り抜けるのを妨げる。

【 0 2 0 6 】

この結果、循環部 1 0 3 と障壁部 1 0 2 との間の境界で原料の圧力が高まる。具体的に

50

述べると、図31は、搬送路51のうち通路115に対応した箇所の原料の充填率をグラデーションで表しており、色調が濃くなる程に原料の充填率が高くなっている。図31から明らかなように、搬送路51では、循環部103の第2のフライト111から障壁部102に近づくに従い原料の充填率が高まっており、障壁部102の直前では、原料の充填率が100%となっている。

【0207】

このため、障壁部102の直前に原料の充填率が100%の原料溜まりRが形成される。原料溜まりRでは、原料の流動が堰き止められたことに伴い原料の圧力が上昇している。圧力が上昇した原料は、図30および図31に破線の矢印で示すように、溝120を介して障壁部102の直前に位置する入口117に導かれるとともに、当該入口117から通路115に流入する。通路115に流入した原料は、スクリュ本体37の先端から基端に向けて通路115内を流通する。通路115内での原料の流れ方向は、フライト105, 110, 111, 112によって送られる原料の流れ方向に対し逆向きとなる。

10

【0208】

通路115の径方向に沿う断面積は、シリンダ部33の径方向に沿う搬送路51の断面積よりも小さい。言い換えると、通路115の内径は、スクリュ本体37の外径よりも遙かに小さいので、原料が通路115を通過する際に原料が急激に絞られて、当該原料に伸長作用が付加される。

【0209】

加えて、通路115の断面積が搬送路51の断面積よりも十分に小さいために、原料溜まりRに溜まった原料が通路115に流入するにも拘らず、障壁部102の直前の原料溜まりRが消滅することはない。このため、例えば第1のフライト110を介して障壁部102に送り込まれる原料の流量が多少減少したとしても、流量の減少分を原料溜まりRに溜まった原料で補填することができる。よって、原料は、常に安定した状態で通路115に送り込まれる。

20

【0210】

通路115を通過した原料は、出口118から溝121を通じて循環部103を構成する筒体39の外周面の上に帰還される。帰還された原料は、第1のフライト110によってスクリュ本体37の先端に向けて搬送され、この搬送の過程で再びせん断作用を受ける。

30

【0211】

本実施形態では、第1のフライト110により障壁部102に向けて搬送された原料の一部は、再び入口117から通路115に導かれ、循環部103の箇所で一時的に循環を繰り返す。障壁部102に向けて搬送された残りの原料は、障壁部102のフライト107の頂部とシリンダ部33の内周面との間のクリアランスを通過して隣り合う循環部103に流入する。流入した原料は、隣の循環部103の第1ないし第3のフライト110, 111, 112によってスクリュ本体37の先端の方向に搬送される。

【0212】

複数の通路115は、個々に入口117および出口118を介して循環部103の筒体39の外周面に開口されている。このため、各通路115において、入口117から流入した原料は、必ず出口118を通過して循環部103の筒体39の外周面に帰還し、複数の通路115の間で原料が混じり合うことはない。

40

【0213】

よって、原料の混練度が過剰となるのを回避することができ、所望する混練度に見合った適切な混練が可能となる。

【0214】

本実施形態のスクリュ21によると、複数の障壁部102および複数の循環部103がスクリュ本体37の軸方向に沿って交互に並んでいる。それとともに、複数の通路115が複数の循環部103の第1のフライト110に対応した位置でスクリュ本体37の軸方向に間隔を存して並んでいる。このため、供給口34からスクリュ本体37に供給された

50

原料は、せん断作用および伸長作用を交互に繰り返し受けながらスクリュ本体 37 の基端から先端の方向に途切れることなく連続的に搬送される。よって、原料の混練の度合いが強化され、原料の高分子成分の分散化が促進される。

【 0 2 1 5 】

第 4 の実施形態によると、原料に伸長作用を付加する通路 1 1 5 は、スクリュ本体 37 の回転中心となる軸線 O 1 に対し偏心した位置でスクリュ本体 37 の軸方向に延びているので、通路 1 1 5 は、軸線 O 1 の回りを公転する。言い換えると、通路 1 1 5 を規定する筒状の壁面 1 1 6 は、軸線 O 1 を中心に自転することなく軸線 O 1 の回りを公転する。

【 0 2 1 6 】

このため、原料が通路 1 1 5 を通過する際に、原料は遠心力を受けるものの当該原料に壁面 1 1 6 の自転に伴うせん断力が働くことはない。よって、通路 1 1 5 を通過して循環部 1 0 3 の筒体 3 9 の外周面に帰還する原料が受けるのは、主に伸長作用となる。

10

【 0 2 1 7 】

したがって、第 4 の実施形態のスクリュ 2 1 においても、原料にせん断作用を付加する箇所および原料に伸長作用を付加する箇所を明確に定めることができ、前記第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 2 1 8 】

[第 4 の実施形態の変形例 1]

図 3 2 は、第 4 の実施形態と関連性を有する変形例 1 を開示している。

【 0 2 1 9 】

20

変形例 1 は、原料に伸長作用を付加する通路 1 1 5 に関する事項が第 4 の実施形態と相違している。それ以外の構成は、基本的に第 4 の実施形態と同様である。

【 0 2 2 0 】

図 3 2 に示すように、循環部 1 0 3 の第 1 のフライト 1 1 0 は、回転軸 3 8 の上で隣り合う二つの筒体 3 9 の間に跨って形成されている。第 1 のフライト 1 1 0 が形成された二つの筒体 3 9 は、回転軸 3 8 の軸方向に沿う長さ L が互いに均等である。

【 0 2 2 1 】

加えて、原料に伸長作用を付加する通路 1 1 5 は、第 1 のフライト 1 1 0 が形成された二つの筒体 3 9 の間に跨るように、これら二つの筒体 3 9 の内部に形成されている。具体的に述べると、通路 1 1 5 は、第 1 ないし第 3 の通路要素 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 で規定

30

【 0 2 2 2 】

第 1 の通路要素 1 3 1 は、通路 1 1 5 の入口と言い換えることができる。第 1 の通路要素 1 3 1 は、隣り合う二つの筒体 3 9 のうち障壁部 1 0 2 と隣り合う一方の筒体 3 9 の外周面に開口されている。第 1 の通路要素 6 3 の開口端は、第 1 のフライト 1 1 0 から外れているとともに、隣り合う障壁部 1 0 2 の直前に位置されている。

【 0 2 2 3 】

さらに、第 1 の通路要素 1 3 1 は、一方の筒体 3 9 の外周面に例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。そのため、第 1 の通路要素 1 3 1 は、円形の断面形状を有する穴であり、軸線 O 1 と直交するように一方の筒体 3 9 の外周面から筒体 3 9 の径方向に延びている。第 1 の通路要素 1 3 1 の底 1 3 1 a は、ドリルの先端で円錐状に削り取られた傾斜面となっている。

40

【 0 2 2 4 】

第 2 の通路要素 1 3 2 は、原料が流通する通路本体と言い換えることができる。図 3 2 に示すように、第 2 の通路要素 1 3 2 は、隣り合う二つの筒体 3 9 の間に跨るように、スクリュ本体 37 の軸線 O 1 と平行に延びている。したがって、第 2 の通路要素 1 3 2 は、途中で分岐することなくスクリュ本体 37 の軸方向に一直線状に設けられているとともに、予め決められた全長を有している。

【 0 2 2 5 】

第 2 の通路要素 1 3 2 は、一方の筒体 3 9 の内部に形成された第 1 の部分 1 3 4 a と、

50

他方の筒体 3 9 の内部に形成された第 2 の部分 1 3 4 b と、を備えている。第 2 の通路要素 1 3 2 の第 1 の部分 1 3 4 a は、一方の筒体 3 9 の軸方向に直線状に延びているとともに、一方の筒体 3 9 のうち他方の筒体 3 9 の側の端面 3 9 a に開口されている。第 1 の部分 1 3 4 a の開口端とは反対側の端部は、一方の筒体 3 9 の端壁 3 9 b で閉塞されている。

【 0 2 2 6 】

本実施形態によると、第 2 の通路要素 1 3 1 の第 1 の部分 1 3 4 a は、一方の筒体 3 9 の端面 3 9 a の側から一方の筒体 3 9 に例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。このため、第 1 の部分 1 3 4 a は、円形の断面形状を有する穴で規定されている。

10

【 0 2 2 7 】

第 2 の通路要素 1 3 2 の第 2 の部分 1 3 4 b は、他方の筒体 3 9 の軸方向に直線状に延びているとともに、他方の筒体 3 9 のうち一方の筒体 3 9 の側の端面 3 9 a に開口されている。第 2 の部分 1 3 4 b の開口端とは反対側の端部は、他方の筒体 3 9 の端壁 3 9 b で閉塞されている。

【 0 2 2 8 】

本実施形態によると、第 2 の通路要素 1 3 2 の第 2 の部分 1 3 4 b は、他方の筒体 3 9 の端面 3 9 a の側から他方の筒体 3 9 に例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。このため、第 2 の部分 1 3 4 b は、第 1 の部分 1 3 4 a と同様に円形の断面形状を有する穴で規定されている。

20

【 0 2 2 9 】

さらに、第 1 の部分 1 3 4 a の開口端と、第 2 の部分 1 3 4 b の開口端とは、隣り合う二つの筒体 3 9 を回転軸 3 8 の軸方向に締め付けた時に、互いに連通するように同軸状に突き合わされている。

【 0 2 3 0 】

第 3 の通路要素 1 3 3 は、通路 1 1 5 の出口と言い換えることができる。第 3 の通路要素 1 3 3 は、隣り合う二つの筒体 3 9 のうち他方の筒体 3 9 の外周面に開口されている。第 3 の通路要素 1 3 3 の開口端は、第 1 のフライト 1 1 0 から外れているとともに、循環部 1 0 3 の第 2 のフライト 1 1 1 の直前に位置されている。したがって、第 1 の通路要素 1 3 1 および第 3 の通路要素 1 3 3 は、スクリュ本体 3 7 の軸方向に互いに離れている。

30

【 0 2 3 1 】

本実施形態では、第 3 の通路要素 1 3 3 は、他方の筒体 3 9 の外周面に例えばドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。そのため、第 3 の通路要素 1 3 3 は、円形の断面形状を有する穴であり、他方の筒体 3 9 の外周面から筒体 3 9 の径方向に延びている。第 3 の通路要素 1 3 3 の底 1 3 3 a は、ドリルの先端で円錐状に削り取られた傾斜面となっている。

【 0 2 3 2 】

図 3 2 に示すように、第 2 の通路要素 1 3 2 の第 1 の部分 1 3 4 a の開口端とは反対側の端部は、一方の筒体 3 9 の内部で第 1 の通路要素 1 3 1 に接続されている。第 1 の通路要素 1 3 1 および第 2 の通路要素 1 3 2 の第 1 の部分 1 3 4 a は、共に円形の断面形状を維持したまま互いに連通されている。さらに、第 2 の通路要素 1 3 2 の第 1 の部分 1 3 4 a は、第 1 の通路要素 1 3 1 の円錐状の底 1 3 1 a を外れた位置で第 1 の通路要素 1 3 1 に接続されている。

40

【 0 2 3 3 】

このため、第 1 の通路要素 1 3 1 は、スクリュ本体 3 7 の外周面に開口するように第 2 の通路要素 1 3 2 の第 1 の部分 1 3 4 a の端部から筒体 3 9 の径方向に立ち上げられた第 1 の立ち上がり部と言い換えることができる。

【 0 2 3 4 】

第 2 の通路要素 1 3 2 の第 2 の部分 1 3 4 b の開口端とは反対側の端部は、他方の筒体

50

39の内部で第3の通路要素133に接続されている。第3の通路要素133および第2の通路要素132の第2の部分134bの端部は、共に円形の断面形状を維持したまま互いに連通されている。さらに、第2の通路要素132の第2の部分134bは、第3の通路要素133の円錐状の底133aを外れた位置で第3の通路要素133に接続されている。

【0235】

このため、第3の通路要素133は、スクリュ本体37の外周面に開口するように第2の通路要素132の第2の部分134bの端部から筒体39の径方向に立ち上げられた第2の立ち上がり部と言い換えることができる。

【0236】

第2の通路要素132を構成する穴の内径は、例えば1mm以上、6mm未満、好ましくは1mm以上、5mm以下に設定するとよい。さらに、第2の通路要素132の内径は、入口となる第1の通路要素131の内径よりも小さい。それとともに、第2の通路要素132の径方向に沿う断面積は、シリンダ部33の径方向に沿う搬送路51の断面積よりも遥かに小さく設定されている。

【0237】

さらに、筒体39は、第1ないし第3の通路要素131, 132, 133を構成する穴の形状を定める円筒状の壁面135を有している。壁面135で囲まれた第1ないし第3の通路要素131, 132, 133は、原料の流通のみを許容する中空の空間であって、当該空間内にスクリュ本体37を構成する要素は存在しない。加えて、壁面135は、スクリュ本体37が回転した時に、軸線O1を中心に自転することなく軸線O1の回りを公転する。

【0238】

このような構成の通路115においても、原料が通路115を通過する際に、原料は遠心力を受けるものの、当該原料にせん断力が働くことはなく、前記第4の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0239】

なお、通路115の第2の通路要素132は、必ずしもスクリュ本体37の軸線O1と平行に形成する必要はない。例えば、図32に二点鎖線で示すように、第2の通路要素132を軸線O1に対し筒体39の径方向に傾斜させ、第2の通路要素132の第1の通路要素131とは反対側の端部を筒体39の外周面に直接開口させるようにしてもよい。

【0240】

この構成によれば、原料の出口となる第3の通路要素133を省略することができ、通路115の形状を簡素化することができる。

【0241】

[第4の実施形態の変形例2]

図33は、第4の実施形態と関連性を有する変形例2を示している。

【0242】

図33に示す変形例2では、第1のフライト110が形成された二つの筒体39の長さが互いに異なっている。具体的に述べると、第2の通路要素132の第1の部分134aが形成された一方の筒体39の全長L1が、第2の通路要素132の第2の部分134bが形成された他方の筒体39の全長L2よりも長く設定されている。

【0243】

変形例2によれば、第1のフライト110が形成された二つの筒体39の他に、回転軸38の軸方向に沿う長さL3が異なる二つの他の筒体39を用意すれば、第1のフライト110を有する二つの筒体39の長さを三段階に亘って調節することができる。具体的に述べると、全長L1の筒体39と全長L2の筒体39との組み合わせ、全長L1の筒体39と全長L3の筒体39との組み合わせ、および全長L2の筒体39と全長L3の筒体39との組み合わせが可能となる。よって、通路115の全長を容易に変更することができる。

10

20

30

40

50

【 0 2 4 4 】

[第 4 の実施形態の変形例 3]

図 3 4 ないし図 3 6 は、第 4 の実施形態の変形例 1 と関連性を有する変形例 3 を示している。

【 0 2 4 5 】

図 3 4 および図 3 5 に示すように、第 2 の通路要素 1 3 2 の第 1 の部分 1 3 4 a の開口端とは反対側の端部は、第 1 の通路要素 1 3 1 と直交するように第 1 の通路要素 1 3 1 の円錐状の底 1 3 1 a に接続されている。第 1 の通路要素 1 3 1 の底 1 3 1 a は、第 2 の通路要素 1 3 2 に連通された円形の開口 1 4 0 a を有している。開口 1 4 0 a は、スクリュ本体 3 7 の外周面に向けて拡開するように傾斜された底 1 3 1 a の他の部分と向かい合っ

10

【 0 2 4 6 】

第 2 の通路要素 1 3 2 の第 2 の部分 1 3 4 b の開口端とは反対側の端部は、第 3 の通路要素 1 3 3 と直交するように第 3 の通路要素 1 3 3 の円錐状の底 1 3 3 a に接続されている。第 3 の通路要素 1 3 3 の底 1 3 3 a は、第 2 の通路要素 1 3 2 に連通された円形の開口 1 4 0 b を有している。開口 1 4 0 b は、スクリュ本体 3 7 の外周面に向けて拡開するように傾斜された底 1 3 3 a の他の部分と向かい合っている。

【 0 2 4 7 】

変形例 3 によると、第 1 の通路要素 1 3 1 に流れ込んだ原料は、図 3 5 (A) に矢印で示すように、第 1 の通路要素 1 3 1 の底 1 3 1 a に達した時点で底 1 3 1 a の傾斜に沿って開口 1 4 0 a の方向に案内される。このため、原料は、第 1 の通路要素 1 3 1 の底 1 3 1 a に滞留することなく円滑に第 2 の通路要素 1 3 2 に流入する。

20

【 0 2 4 8 】

第 2 の通路要素 1 3 2 を通過した原料は、開口 1 4 0 b から第 3 の通路要素 1 3 3 の底 1 3 3 a に流入する。第 3 の通路要素 1 3 3 に流入した原料は、図 3 6 (A) に矢印で示すように、底 1 3 3 a の傾斜に沿ってスクリュ本体 3 7 の外周面の方向に案内される。このため、原料は、第 3 の通路要素 1 3 3 の底 1 3 3 a に滞留することなく円滑にスクリュ本体 3 7 の外周面に帰還する。

【 0 2 4 9 】

したがって、通路 1 1 5 内に局所的な原料の滞留が発生するのを回避することができ、通路 1 1 5 を通過する原料に所望の伸長作用を付加することができる。

30

【 0 2 5 0 】

変形例 3 において、第 1 の通路要素 1 3 1 の底 1 3 1 a および第 3 の通路要素 1 3 3 の底 1 3 3 a の形状は円錐に限らず、例えば半球状に形成してもよい。

【 0 2 5 1 】

[第 4 の実施形態の変形例 4]

図 3 7 は、第 4 の実施形態の変形例 1 と関連性を有する変形例 4 を示している。

【 0 2 5 2 】

変形例 4 は、第 2 の通路要素 1 3 2 の第 2 の部分 1 3 4 b の構成が変形例 1 と相違している。図 3 7 に示すように、第 2 の部分 1 3 4 b は、およびストレート部 1 3 4 c およびテーパ部 1 3 4 d を有している。ストレート部 1 3 4 c およびテーパ部 1 3 4 d は、筒体 3 9 の端面 3 9 a の側から当該筒体 3 9 に切削加工を施すことにより形成されている。

40

【 0 2 5 3 】

ストレート部 1 3 4 c は、第 3 の通路要素 1 3 3 に接続されている。ストレート部 1 3 4 c の内径は、第 2 の通路要素 1 3 2 の第 1 の部分 1 3 4 a の内径よりも小さい。テーパ部 1 3 4 d は、他方の筒体 3 9 の端面 3 9 a に開口されているとともに、ストレート部 1 3 4 c に同軸状に連通されている。テーパ部 1 3 4 d は、他方の筒体 3 9 の端面 3 9 a からストレート部 1 3 4 c の方向に進むに従い内径が連続的に減少している。このため、原料に伸長作用を付加する主要な要素である第 2 の通路要素 1 3 2 は、原料の流れ方向に沿う中間部で内径が変化している。

50

【0254】

テーパ部134dは、例えば他方の筒体39の端面39aに下孔を形成した後、テーパリーマを用いて下孔の内周面を切削することにより形成される。下孔は、ストレート部134cを兼ねている。

【0255】

変形例4によると、第2の通路要素132の第2の部分134bは、ストレート部134cの上流にテーパ部134dを有し、当該テーパ部134dが第2の通路要素132の中間部に位置されている。このため、第2の通路要素132は、その中間部で内径が次に減じられており、原料が第2の通路要素132を通過する際に、原料に付加される伸長作用を強化することができる。

10

【0256】

[第4の実施形態の変形例5]

図38は、第4の実施形態と関連性を有する変形例5を示している。

【0257】

図38に示す変形例5では、一つの筒体39の内部に通路115が形成されている。通路115の第2の通路要素132は、例えば筒体39の一方の端面39aの側から筒体39にドリルを用いた機械加工を施すことにより形成されている。

【0258】

これにより、筒体39の内部に筒体39を軸方向に貫通する円形の断面形状を有する貫通孔150が形成され、当該貫通孔150が筒体39の両方の端面39aに開口されている。貫通孔150は、筒体39の内部で第1の通路要素131および第3の通路要素133と交差している。

20

【0259】

さらに、貫通孔150の二つの開口端は、個々に栓体151a, 151bで液密に閉塞されている。これにより、一つの筒体39の内部に第1の通路要素131と第3の通路要素133との間を結ぶ第2の通路要素132が規定されている。

【0260】

なお、筒体39に貫通孔150を形成するに際して、貫通孔150の先端を筒体39の他方の端面39aに開口させずに筒体39の端壁39bで閉塞するようにしてもよい。

【0261】

[第4の実施形態の変形例6]

図39は、変形例5をさらに発展させた変形例6を示している。

【0262】

図39に示すように、一つの筒体39を貫通する貫通孔150は、上流部150a、下流部150bおよび中間部150cを有している。上流部150a、下流部150bおよび中間部150cは、筒体39の軸方向に沿って同軸状に並んでいる。上流部150aは、筒体39の内部で第1の通路要素131と交差するとともに、筒体39の一方の端面39aに開口されている。上流部150aの開口端は、栓体151aで液密に閉塞されている。

【0263】

下流部150bは、上流部150aよりも内径が小さく形成されている。下流部150bは、筒体39の内部で第3の通路要素133と交差するとともに、筒体39の他方の端面39aに開口されている。下流部150bの開口端は、栓体151bで液密に閉塞されている。

40

【0264】

中間部150cは、上流部150aと下流部150bとの間に位置されている。中間部150cは、上流部150aから下流部150bの方向に進むに従い内径が連続的に減少している。このため、原料に伸長作用を付加する主要な要素である第2の通路要素132は、原料の流れ方向に沿う中間部で内径が変化している。

【0265】

50

変形例 6 によると、通路 1 1 5 の第 2 の通路要素 1 3 2 は、その中間部 1 5 0 c の内径が上流から下流に向けて次第に減じられている。そのため、原料が第 2 の通路要素 1 3 2 を通過する際に、原料に付加される伸長作用を強化することができる。

【 0 2 6 6 】

[第 5 の実施形態]

図 4 0 は、第 5 の実施形態を開示している。第 5 の実施形態は、原料に伸長作用を付加するための構成が第 1 の実施形態と相違している。それ以外のスクリュ 2 1 の構成は、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 2 6 7 】

図 4 0 に示すように、筒体 3 9 の内周面に一对の溝 1 6 1 a , 1 6 1 b が形成されている。溝 1 6 1 a , 1 6 1 b は、スクリュ本体 3 7 の軸方向に延びるとともに、スクリュ本体 3 7 の径方向に互いに離れている。さらに、溝 1 6 1 a , 1 6 1 b は、筒体 3 9 の内周面に開口されている。

10

【 0 2 6 8 】

溝 1 6 1 a , 1 6 1 b の開口端は、筒体 3 9 を回転軸 3 8 の第 2 の軸部 4 1 の上に挿入した時に、第 2 の軸部 4 1 の外周面によって閉塞されている。そのため、溝 1 6 1 a , 1 6 1 b は、第 2 の軸部 4 1 の外周面と協働して原料に伸長作用を付加する通路 1 6 2 を規定している。本実施形態では、通路 1 6 2 は回転軸 3 8 と筒体 3 9 との間の境界に位置されている。

【 0 2 6 9 】

20

第 5 の実施形態によると、通路 1 6 2 は、スクリュ本体 3 7 の内部で回転軸 3 8 の軸線 O 1 に対し偏心した位置に設けられている。したがって、前記第 1 の実施形態と同様に、通路 1 6 2 は、スクリュ本体 3 7 が回転した時に軸線 O 1 の回りを公転する。

【 0 2 7 0 】

第 5 の実施形態では、筒体 3 9 を回転軸 3 8 の第 2 の軸部 4 1 の上に挿入した時に、スクリュ本体 3 7 の内部に通路 1 6 2 が形成される。通路 1 6 2 を規定する溝 1 6 1 a , 1 6 1 b は、筒体 3 9 の内周面に開口されているので、溝 1 6 1 a , 1 6 1 b を形成する作業を容易に行なうことができる。

【 0 2 7 1 】

したがって、例えば通路 1 6 2 の断面形状を変更する必要がある際にも容易に対応することが可能となる。

30

【 0 2 7 2 】

[第 6 の実施形態]

図 4 1 は、第 6 の実施形態を開示している。第 6 の実施形態は、原料に伸長作用を付加するための構成が第 5 の実施形態と相違している。それ以外のスクリュ 2 1 の構成は、第 5 の実施形態と同様である。

【 0 2 7 3 】

図 4 1 に示すように、回転軸 3 8 の第 2 の軸部 4 1 の外周面に一对の溝 1 7 1 a , 1 7 1 b が形成されている。溝 1 7 1 a , 1 7 1 b は、第 2 の軸部 4 1 の軸方向に延びるとともに、第 2 の軸部 4 1 の径方向に互いに離れている。さらに、溝 1 7 1 a , 1 7 1 b は、第 2 の軸部 4 1 の外周面に開口されている。

40

【 0 2 7 4 】

溝 1 7 1 a , 1 7 1 b の開口端は、筒体 3 9 を回転軸 3 8 の第 2 の軸部 4 1 の上に挿入した時に、筒体 3 9 の内周面によって閉塞されている。そのため、溝 1 7 1 a , 1 7 1 b は、筒体 3 9 の内周面と協働して原料に伸長作用を付加する通路 1 7 2 を規定している。本実施形態では、通路 1 7 2 は回転軸 3 8 と筒体 3 9 との間の境界に位置されている。

【 0 2 7 5 】

第 6 の実施形態によると、通路 1 7 2 は、スクリュ本体 3 7 の内部で回転軸 3 8 の軸線 O 1 に対し偏心した位置に設けられている。したがって、前記第 5 の実施形態と同様に、通路 1 7 2 は、スクリュ本体 3 7 が回転した時に軸線 O 1 の回りを公転する。

50

【 0 2 7 6 】

第 6 の実施形態では、筒体 3 9 を回転軸 3 8 の第 2 の軸部 4 1 の上に挿入した時に、スクリュ本体 3 7 の内部に通路 1 7 2 が形成される。通路 1 7 2 を規定する溝 1 7 1 a , 1 7 1 b は、回転軸 3 8 の外周面に開口されているので、溝 1 7 1 a , 1 7 1 b を形成する作業を容易に行なうことができる。

【 0 2 7 7 】

したがって、例えば通路 1 7 2 の断面形状を変更する必要性が生じた際にも容易に対応することが可能となる。

【 0 2 7 8 】

[第 7 の実施形態]

図 4 2 は、第 7 の実施形態を開示している。第 7 の実施形態は、原料に伸長作用を付加するための構成が第 1 の実施形態と相違している。それ以外のスクリュ 2 1 の構成は、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 2 7 9 】

図 4 2 に示すように、第 2 の軸部 4 1 の外周面から突出されたキー 4 5 a , 4 5 b の先端面に凹所 1 8 1 a , 1 8 1 b が形成されている。凹所 1 8 1 a , 1 8 1 b は、第 2 の軸部 4 1 の軸方向に沿って延びているとともに、キー 4 5 a , 4 5 b の先端面に開口されている。凹所 1 8 1 a , 1 8 1 b の開口端は、キー 4 5 a , 4 5 b を筒体 3 9 のキー溝 4 7 a , 4 7 b に嵌合した時に、キー溝 4 7 a , 4 7 b の内周面によって閉塞されている。

【 0 2 8 0 】

そのため、凹所 1 8 1 a , 1 8 1 b は、キー溝 4 7 a , 4 7 b の内周面と協働して原料に伸長作用を付加する通路 1 8 2 を規定している。本実施形態では、通路 1 8 2 は、キー 4 5 a , 4 5 b と筒体 3 9 との境界に位置されている。

【 0 2 8 1 】

第 7 の実施形態によると、通路 1 8 2 は、スクリュ本体 3 7 の内部で回転軸 3 8 の軸線 O 1 に対し偏心した位置に設けられている。したがって、前記第 1 の実施形態と同様に、通路 1 5 2 は、スクリュ本体 3 7 が回転した時に軸線 O 1 の回りを公転する。

【 0 2 8 2 】

第 7 の実施形態では、回転軸 3 8 のキー 4 5 a , 4 5 b を筒体 3 9 のキー溝 4 7 a , 4 7 b に嵌合した時に、スクリュ本体 3 7 の内部に通路 1 8 2 が形成される。通路 1 8 2 を規定する凹所 1 8 1 a , 1 8 1 b は、キー 4 5 a , 4 5 b の先端面に開口されているので、凹所 1 8 1 a , 1 8 1 b を形成する作業を容易に行なうことができる。

【 0 2 8 3 】

したがって、例えば通路 1 8 2 の断面形状を変更する必要性が生じた際にも容易に対応することが可能となる。

【 0 2 8 4 】

第 7 の実施形態において、キー溝 4 7 a , 4 7 b の内周面に第 2 の軸部 4 1 の軸方向に延びる他の凹所を設け、当該他の凹所を前記凹所 1 8 1 a , 1 8 1 b と合致させることで前記通路 1 8 2 を規定するようにしてもよい。

【 0 2 8 5 】

[第 8 の実施形態]

図 4 3 は、第 8 の実施形態を開示している。第 8 の実施形態は、スクリュ 2 1 の構成および原料に伸長作用を付加するための構成が第 1 の実施形態と相違している。

【 0 2 8 6 】

図 4 3 に示すように、スクリュ 2 1 は、ソリッドなスクリュ本体 2 0 0 を備えている。スクリュ本体 2 0 0 は、真っ直ぐな一本の軸状部材 2 0 1 で構成されている。軸状部材 2 0 1 は、その中心部を同軸状に貫通する軸線 O 1 を有するとともに、パレル 2 0 のシリンダ部 3 3 に同軸状に収容されている。

【 0 2 8 7 】

軸状部材 2 0 1 は、周方向に連続する外周面 2 0 1 a を有し、当該外周面 2 0 1 a がパ

10

20

30

40

50

レル 20 のシリンダ部 33 の内周面と向かい合っている。軸状部材 201 の外周面 201a には、原料を搬送するフライト 202 が形成されている。

【0288】

さらに、軸状部材 201 の内部に原料に伸長作用を付加する一対の通路 203 が形成されている。通路 203 は、軸状部材 201 の軸方向に延びているとともに、軸線 O1 を間に挟んで互いに平行に配置されている。このため、通路 203 は、スクリュ本体 200 の内部で軸状部材 201 の軸線 O1 に対し偏心した位置に設けられている。よって、前記第 1 の実施形態と同様に、通路 203 は、スクリュ本体 200 が回転した時に軸線 O1 の回りを公転する。

【0289】

原料に伸長作用を付加する通路 203 は、スクリュ本体 200 が一本の棒状部材 201 で構成される場合でも、スクリュ本体 200 に形成することができる。このため、スクリュ本体は、回転軸と筒体とを組み合わせた構成に特定されるものではない。

【0290】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。

【0291】

例えば、原料に伸長作用を付加する通路は、断面形状が円形の孔に限らない。当該通路は、例えば断面形状が楕円形や多角形の孔で構成してもよく、通路の断面形状に特に制約はない。

【0292】

加えて、前記第 1 の実施形態では、スクリュ本体 37 を回転軸 38 の基端の方向から見た時に、スクリュ 21 が反時計回り方向に左回転する場合を例に掲げて説明したが、本発明はこれに制約されるものではない。例えば、スクリュ 21 は、時計回り方向に右回転させてもよい。

【0293】

この場合、スクリュ 21 の搬送部 54 が有するフライト 56 は、スクリュ本体 37 の先端から基端に向けて原料を搬送するように、右ねじと同様に右に捻じれていればよい。同様に、障壁部 55 が有するフライト 57 は、スクリュ本体 37 の基端から先端に向けて原料を搬送するように、左ねじと同様に左に捻じれていればよい。

【0294】

それとともに、第 2 の押出機 3 から押し出された混練物に含まれるガス成分を除去する第 3 の押出機は、単軸押出機に特定されるものではなく、二軸押出機を用いてもよい。

【0295】

本発明に係る連続式高せん断加工装置は、少なくとも原料を予備的に混練する第 1 の押出機および原料を本格的に混練する第 2 の押出機を備えていればよく、ガス状物質や揮発成分を除去する第 3 の押出機は省略してもよい。第 3 の押出機を省略する場合、第 2 の押出機の間中部にガス状物質や揮発成分を混練過程にある原料から取り除く少なくとも一つのベント口を設けるとよい。

【符号の説明】

【0296】

3 ... 押出機(第 2 の押出機)、20 ... バレル、21 ... スクリュ、34 ... 供給口、36 a ... 吐出口、37, 200 ... スクリュ本体、54, 101 ... 搬送部、55, 82, 102 ... 障壁部、56, 57, 84, 85, 105, 107, 110, 111, 112 ... フライト、60, 86, 115, 162, 172, 182, 203 ... 通路、O1 ... 軸線。

10

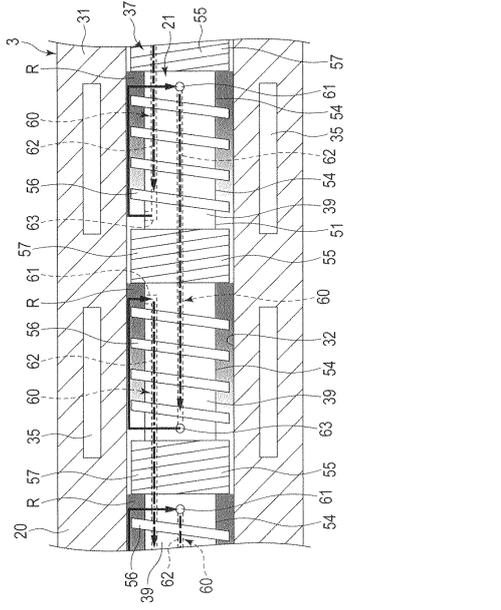
20

30

40

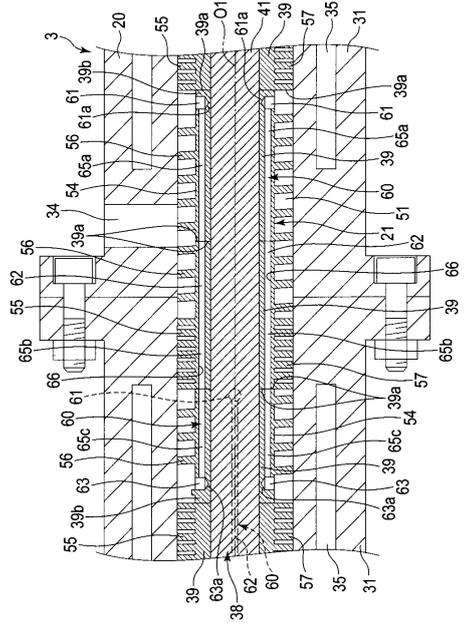
【図 12】

図 12



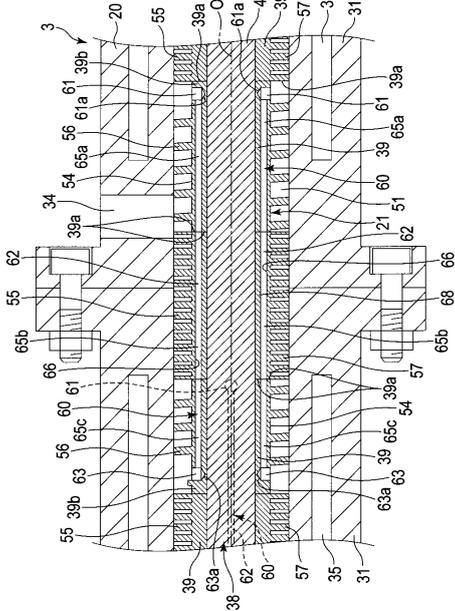
【図 13】

図 13



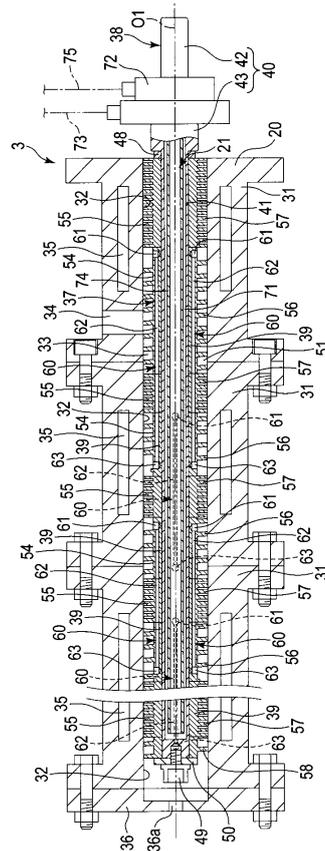
【図 14】

図 14



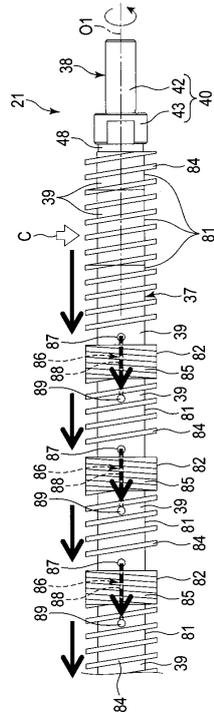
【図 15】

図 15



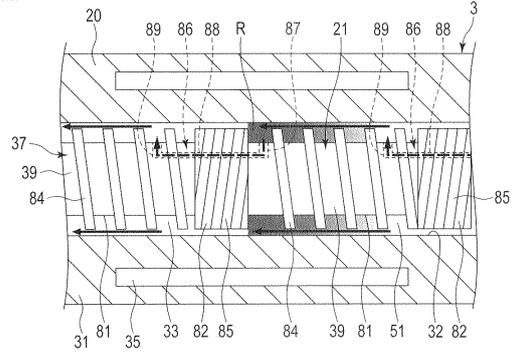
【 2 1 】

21



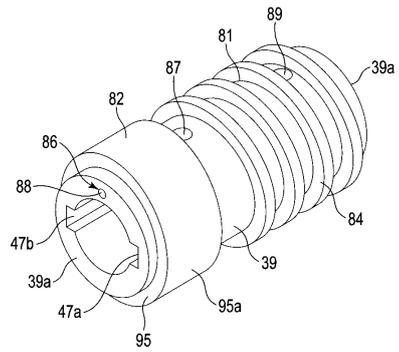
【 2 2 】

22



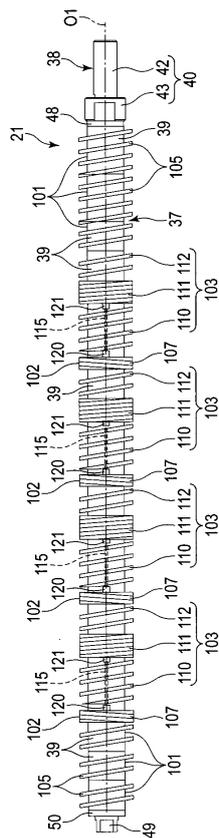
【 2 3 】

23



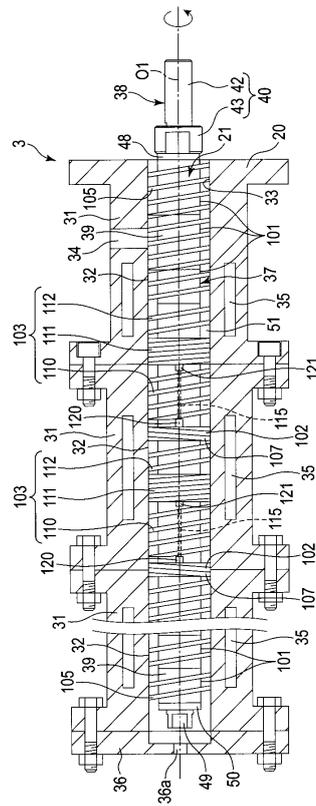
【 2 4 】

24

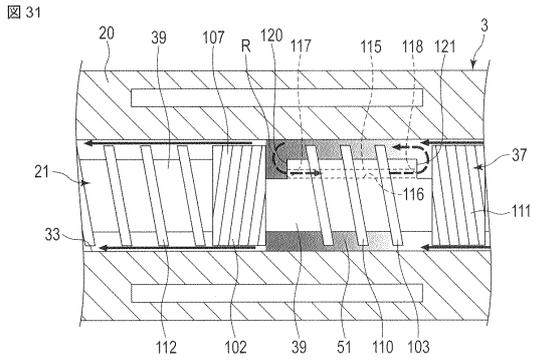


【 2 5 】

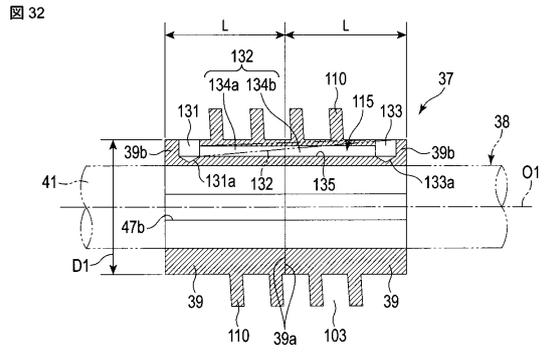
25



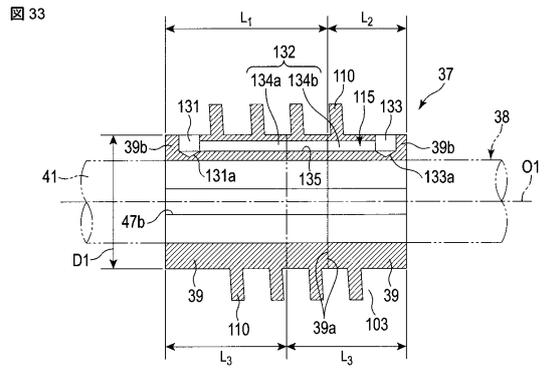
【図 3 1】



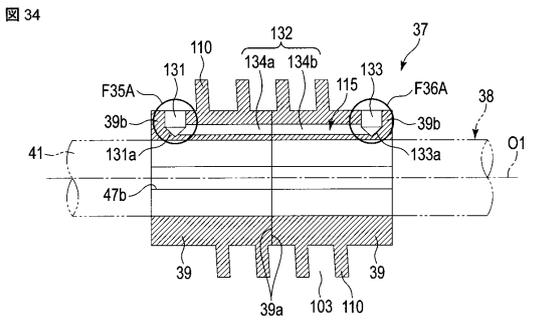
【図 3 2】



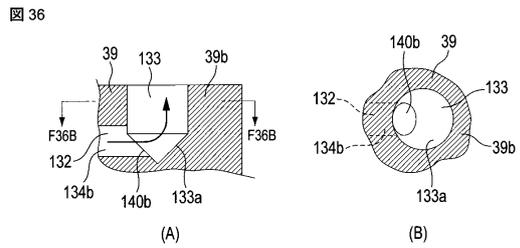
【図 3 3】



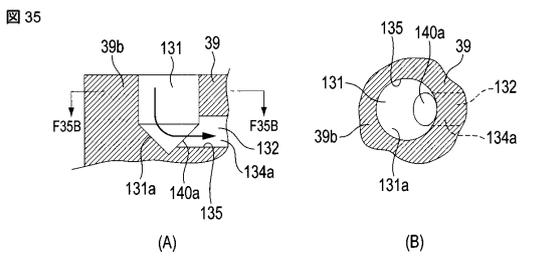
【図 3 4】



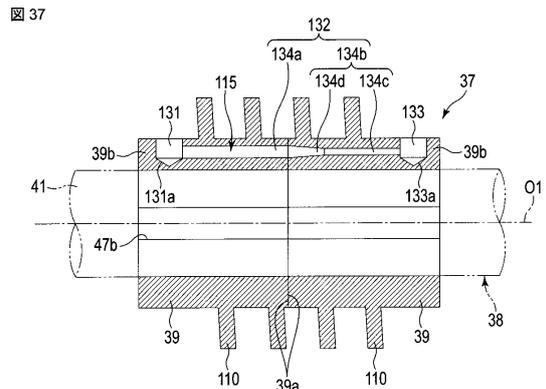
【図 3 6】



【図 3 5】

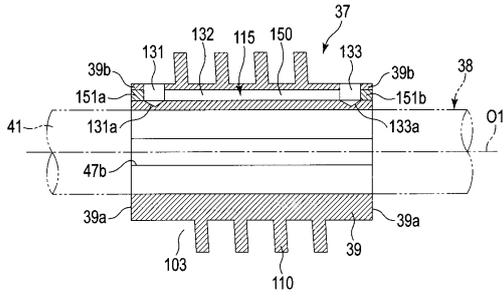


【図 3 7】



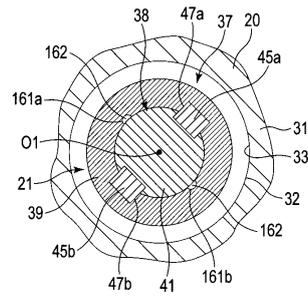
【 38 】

38



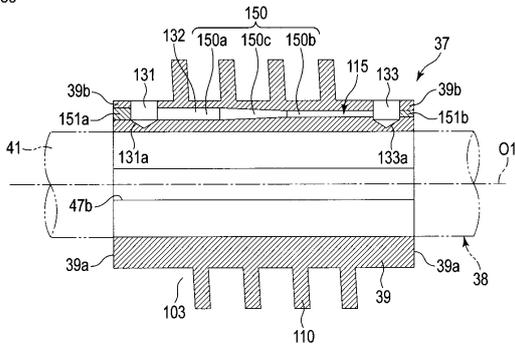
【 40 】

40



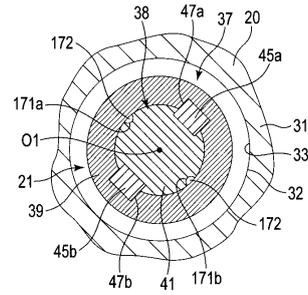
【 39 】

39



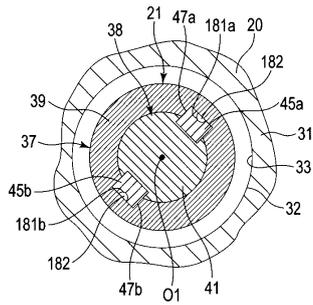
【 41 】

41



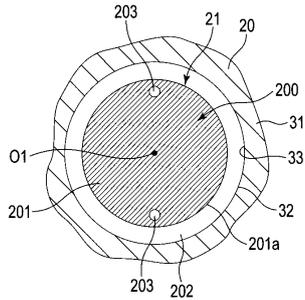
【 42 】

42



【 43 】

43



フロントページの続き

(72)発明者 鮫島 孝文

静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式会社内

(72)発明者 清水 博

茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくば中央第5事業所内

審査官 高橋 理絵

(56)参考文献 特公昭56-037054(JP,B1)

特開昭58-025943(JP,A)

特開昭57-072838(JP,A)

特開2011-046104(JP,A)

特開2012-051289(JP,A)

特開2013-071428(JP,A)

特開平07-266404(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 47/00 - 47/96

B29B 7/00 - 07/94