

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6527742号
(P6527742)

(45) 発行日 令和1年6月5日(2019.6.5)

(24) 登録日 令和1年5月17日(2019.5.17)

(51) Int. Cl. F I
B 2 9 C 48/395 (2019.01) B 2 9 C 47/38
B 2 9 C 48/40 (2019.01) B 2 9 C 47/40

請求項の数 12 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2015-79805 (P2015-79805)	(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4月9日(2015.4.9)	(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2015-214143 (P2015-214143A)	(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12月3日(2015.12.3)	(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30年3月16日(2018.3.16)	(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2014-90469 (P2014-90469)		
(32) 優先日	平成26年4月24日(2014.4.24)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 押出機用スクリュ並びに押出機および押出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原料を混練しつつ搬送する押出機用スクリュであって、
原料の搬送方向に沿った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軸方向に沿って互いに間隔を存して設けられ、前記スクリュ本体の回転に伴って原料を、前記スクリュ本体の周方向に亘る外周面に沿って軸方向に搬送する複数の搬送部と、

前記スクリュ本体に設けられ、前記搬送部と隣り合った位置で原料の搬送を制限する複数の障壁部と、

前記スクリュ本体の内部に設けられ、入口および出口を有する複数の通路と、を備え、
前記入口は、前記障壁部によって搬送が制限されることで圧力が高められた原料が流入するように、前記搬送部における前記スクリュ本体の外周面に開口され、

前記各通路は、前記入口から流入した原料が、前記出口に向かって、前記搬送部による搬送方向と同方向に流通するとともに、

前記出口は、前記入口が開口された前記搬送部を外れた位置で、前記スクリュ本体の外周面に開口されている押出機用スクリュ。

【請求項2】

前記各通路の口径は、当該各通路における前記入口の口径と同一、あるいは、小さく設定されている請求項1に記載の押出機用スクリュ。

【請求項 3】

前記各通路の口径は、1 mm 以上かつ 6 mm 未満に設定されている請求項 1 に記載の押出機用スクリュ。

【請求項 4】

前記スクリュ本体は、回転装置に連結される基端から先端に亘り軸方向に沿って延出しており、

前記搬送部には、前記スクリュ本体の外周面に沿って螺旋状にねじれたフライトが設けられ、

前記フライトは、前記スクリュ本体の基端から先端に向かって、前記基端の側から見た場合の当該スクリュ本体の回転方向とは逆方向にねじれている請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の押出機用スクリュ。

10

【請求項 5】

前記スクリュ本体は、回転装置に連結される基端から先端に亘り軸方向に沿って延出しており、

前記搬送部には、前記スクリュ本体の外周面に沿って螺旋状にねじれたフライトが設けられ、

前記フライトは、前記スクリュ本体の基端から先端に向かって、前記基端の側から見た場合の当該スクリュ本体の回転方向と同方向にねじれている請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の押出機用スクリュ。

【請求項 6】

20

前記各障壁部には、前記スクリュ本体の外周面に沿って周方向に連続した障壁用円環状体が設けられ、

前記障壁用円環状体は、軸線を中心に周方向に沿って同心円状に連続した円筒面を有して構成されている請求項 4 に記載の押出機用スクリュ。

【請求項 7】

前記各障壁部には、前記スクリュ本体の外周面に沿って螺旋状にねじれた障壁用フライトが設けられ、

前記障壁用フライトは、前記スクリュ本体の基端から先端に向かって、前記基端の側から見た場合の当該スクリュ本体の回転方向と同方向にねじれている請求項 4 に記載の押出機用スクリュ。

30

【請求項 8】

前記各障壁部には、前記スクリュ本体の外周面に沿って周方向に連続した障壁用円環状体が設けられ、

前記障壁用円環状体は、軸線を中心に周方向に沿って同心円状に連続した円筒面を有して構成されている請求項 5 に記載の押出機用スクリュ。

【請求項 9】

前記各障壁部には、前記スクリュ本体の外周面に沿って螺旋状にねじれた障壁用フライトが設けられ、

前記障壁用フライトは、前記スクリュ本体の基端から先端に向かって、前記基端の側から見た場合の当該スクリュ本体の回転方向とは逆方向にねじれている請求項 5 に記載の押出機用スクリュ。

40

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の押出機用スクリュを備え、当該スクリュで原料を混練し、その混練物を連続的に生成して押し出す押出機であって、

前記スクリュが回転可能に挿通されたシリンダを有するバレルと、

前記バレルに設けられ、前記シリンダ内に原料を供給する供給口と、

前記バレルに設けられ、混練物が押し出される吐出口と、を備えている押出機。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の押出機用スクリュで原料を混練し、その混練物を連続的に生成して押し出す押出方法であって、

50

原料を前記スクリュ本体の前記搬送部によって軸方向に搬送し、
前記スクリュ本体の前記障壁部によって原料の搬送を制限することで、原料に加わる圧力を高め、

前記圧力が高められた原料が、前記スクリュ本体の内部に設けられた前記通路に流入するとともに、当該通路内を前記搬送部による搬送方向と同方向に流通し、

前記通路を通過した原料を、前記入口が開口された前記搬送部を外れた位置で、前記スクリュ本体の外周面に帰還させる押出方法。

【請求項 1 2】

原料を混練しつつ搬送する押出機用スクリュであって、

原料の搬送方向に沿った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を有し、

前記スクリュ本体には、原料を搬送する搬送部と、原料の搬送を制限する障壁部と、原料が流通する通路とが、複数の個所に亘って設けられ、

そのうちの少なくとも 1 つの箇所において、

前記通路は、前記スクリュ本体の内部に設けられ、入口および出口を有し、

前記入口は、前記障壁部によって搬送が制限されることで圧力が高められた原料が流入するように、前記搬送部における前記スクリュ本体の外周面に開口され、

前記通路は、前記入口から流入した原料が、前記出口に向かって、前記搬送部による搬送方向と同方向に流通するように構成されているとともに、

前記出口は、前記入口が開口された前記搬送部を外れた位置で、前記スクリュ本体の外周面に開口されている押出機用スクリュ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、連続的に供給される原料を混練することにより混練物を生成し、その混練物を連続的に押し出すための押出機用スクリュ並びに押出機および押出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

原料を混練する技術として、特許文献 1 には、添加剤などを用いることなく、原料をナノレベルで分散化させて混練することが可能なバッチ式混練装置が示されている。バッチ式混練装置は、フィードバック型スクリュと、当該スクリュが回転可能に挿通されたシリンダと、を備えている。当該混練装置では、シリンダ内に供給された原料を、スクリュの後端から先端の間隙に送った後、当該間隙からスクリュの後端に戻すといった循環処理が繰り返される。

【0003】

循環処理において、原料には、スクリュの後端から先端に送られる間、回転するスクリュとシリンダ内面との間の速度差によって生じる「せん断作用」が付与されるとともに、スクリュ先端の間隙からスクリュの孔に沿って送られる間、広い箇所から狭い箇所を通過する際に生じる「伸長作用」が付与される。

【0004】

このとき、シリンダ内において、原料は、せん断流動と伸長流動とが繰り返された状態となる。そして、せん断流動と伸長流動とが繰り返される時間、すなわち、循環時間に応じて、所定の混練物が生産されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】国際公開第 2010/061872 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】

【0006】

10

20

30

40

50

ところで、特許文献1の装置では、一定量の原料をシリンダ内で循環させて混練し、その混練物をシリンダから全て吐出させた後でなければ、次の混練を行うことができない。換言すると、シリンダ内の密閉された空間で原料を循環させている間は、当該シリンダから混練物を連続的に吐出させることができない。このため、混練物の生産性を向上させるには、一定の限界があった。

【0007】

この場合、特許文献1の装置を複数台用意し、循環処理する時刻に差を与えることで、見かけ上、混練物を連続的に生産した場合と同量の混練物を得ることができる。しかし、複数台の装置の設備投資や設置スペース等の確保に要するコストが別途必要となり、結果的に、混練物の生産性を向上させることができない。

10

【0008】

そこで、本発明の目的は、シリンダから混練物を連続的に吐出させることを可能にすることで、混練物の生産性を格段に向上させる押出技術を提供することにある。

【0009】

さらに、ナノレベルに分散化した混練物を得るためには、原料の混練度合いを向上させる必要がある。かかる要求を実現するには、原料に対するせん断作用と伸長作用の付与回数を増やせばよい。当該付与回数を増やすには、例えば、せん断作用を付与する部分、伸長作用を付与する部分を、スクリュの軸方向に沿って複数設ければよい。しかし、このような構成では、スクリュが長尺化してしまう。

【0010】

20

さらに、原料の混練度合いは、上記した付与回数に基づいて、あらかじめ設定することができる。しかし、特許文献1の装置では、シリンダ内で原料が循環する回数をカウントすることができないため、上記した付与回数をあらかじめ設定することができない。

【0011】

そこで、本発明の他の目的は、原料に対するせん断作用と伸長作用の付与回数をあらかじめ設定することを可能にすることで、スクリュを長尺化させること無く、原料の混練度合いを格段に向上させる押出技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

このような目的を達成するために、本発明は、原料を混練しつつ搬送する押出機用スクリュであって、原料の搬送方向に沿った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軸方向に沿って互いに間隔を存して設けられ、前記スクリュ本体の回転に伴って原料を、前記スクリュ本体の周方向に亘る外周面に沿って軸方向に搬送する複数の搬送部と、前記スクリュ本体に設けられ、前記搬送部と隣り合った位置で原料の搬送を制限する複数の障壁部と、前記スクリュ本体の内部に設けられ、入口および出口を有する複数の通路と、を備え、前記入口は、前記障壁部によって搬送が制限されることで圧力が高められた原料が流入するように、前記搬送部における前記スクリュ本体の外周面に開口され、前記各通路は、前記入口から流入した原料が、前記出口に向かって、前記搬送部による搬送方向と同方向に流通するとともに、前記出口は、前記入口が開口された前記搬送部を外れた位置で、前記スクリュ本体の外周面に開口されている。

30

40

【0013】

本発明は、上記した押出機用スクリュを備え、当該スクリュで原料を混練し、その混練物を連続的に生成して押し出す押出機であって、前記スクリュが回転可能に挿通されたシリンダを有するバレルと、前記バレルに設けられ、前記シリンダ内に原料を供給する供給口と、前記バレルに設けられ、混練物が押し出される吐出口と、を備えている。

【0014】

本発明は、上記した押出機用スクリュで原料を混練し、その混練物を連続的に生成して押し出す押出方法であって、原料を前記スクリュ本体の前記搬送部によって軸方向に搬送し、前記スクリュ本体の前記障壁部によって原料の搬送を制限することで、原料に加わる圧力を高め、前記圧力が高められた原料が、前記スクリュ本体の内部に設けられた前記通

50

路に流入するとともに、当該通路内を前記搬送部による搬送方向と同方向に流通し、前記通路を通過した原料を、前記入口が開口された前記搬送部を外れた位置で、前記スクリュ本体の外周面に帰還させる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、シリンダから混練物を連続的に吐出させることを可能にすることで、混練物の生産性を格段に向上させることができる。

本発明によれば、原料に対するせん断作用と伸長作用の付与回数をあらかじめ設定することを可能にすることで、スクリュを長尺化させることなく、原料の混練度合いを格段に向上させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施形態に係る連続式高せん断加工装置の全体の構成を概略的に示す斜視図。

【図2】第1の押出機の縦断面図。

【図3】第1の押出機に組み込まれた2本のスクリュの構成を概略的に示す斜視図。

【図4】第3の押出機の横断面図。

【図5】押出機用スクリュの外部構成が示された第2の押出機の横断面図。

【図6】押出機用スクリュの内部構成が示された第2の押出機の横断面図。

【図7】図6のF7-F7線に沿う断面図。

20

【図8】押出機用スクリュのスクリュエレメントの構成例を示す斜視図。

【図9】2つの筒体に跨って形成された通路の構成を一部拡大して示す断面図。

【図10】押出機用スクリュによって生じる原料の流動状態を模式的に示す図。

【図11】第2の押出機のシリンダ内における原料の流動状態を一部拡大して示す断面図。

。

【図12】本発明の変形例に係る第2の押出機の構成を概略的に示す断面図。

【図13】本発明の変形例に係る押出機用スクリュの外部構成を示す断面図。

【図14】図13に示された障壁用円環状体を一部拡大して示す斜視図。

【図15】本発明の変形例において、筒体の内周面に沿って通路が設けられた押出機用スクリュの構成を概略的に示す縦断面図。

30

【図16】本発明の変形例において、回転軸の外周面に沿って通路が設けられた押出機用スクリュの構成を概略的に示す縦断面図。

【図17】本発明の変形例において、キーの表面に沿って通路が設けられた押出機用スクリュの構成を概略的に示す縦断面図。

【図18】本発明の変形例において、スクリュ本体が1本の軸状部材で形成された押出機用スクリュの構成を概略的に示す縦断面図。

【図19】(A)は、本発明の変形例において、通路の入口部分の構成を拡大して示す断面図、(B)は、図19AのF19B-F19B線に沿う断面図。

【図20】(A)は、本発明の変形例において、通路の出口部分の構成を拡大して示す断面図、(B)は、図20AのF20B-F20B線に沿う断面図。

40

【図21】(A)は、本発明の変形例において、通路の入口部分の構成を拡大して示す断面図、(B)は、図21AのF21B-F21B線に沿う断面図。

【図22】(A)は、本発明の変形例において、通路の出口部分の構成を拡大して示す断面図、(B)は、図22AのF22B-F22B線に沿う断面図。

【図23】(A)は、本発明の変形例において、通路の入口部分の構成を拡大して示す断面図、(B)は、図23AのF23B-F23B線に沿う断面図。

【図24】(A)は、本発明の変形例において、通路の出口部分の構成を拡大して示す断面図、(B)は、図24AのF24B-F24B線に沿う断面図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

50

以下、本発明の一実施形態について、添付図面を参照して説明する。

図1には、本実施形態に係る連続式高せん断加工装置1の構成が示されている。高せん断加工装置1は、第1の押出機2と、第2の押出機3と、第3の押出機4と、を直列に接続させて構成されている。なお、第3の押出機4は、必ずしも必要な装置ではなく、用途に応じて、連続式高せん断加工装置1に組み込まれる。

【0018】

第1の押出機2は、材料5を予備的に混練することで溶融化させ、そのとき生成された溶融状態の材料5を原料として第2の押出機3に連続的に供給する。第2の押出機3は、第1の押出機2から連続的に供給された原料に、せん断作用と伸長作用とを付与し、その混練物を連続的に押し出す。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吸引・除去し、当該ガス成分が吸引・除去された混練物を機外に吐出する。

10

【0019】

なお、第2の押出機3にて混練される原料としては、ポリカーボネート樹脂(PC)とポリメタクリル酸メチル樹脂(PMMA)の溶融混合原料に限らず、溶融状態の熱可塑性樹脂に炭素繊維が含まれた原料など、種々の原料が適用される。

【0020】

[第1の押出機2について]

図2に示すように、第1の押出機2は、同方向回転型の二軸混練機として構成され、互いに噛み合う2本のスクリュ6a,6bと、これら2本のスクリュ6a,6bを回転可能に収容したバレル7とを備えている。2本のスクリュ6a,6bは、平行かつ真っ直ぐに延出させて構成されており、互いに噛み合わせた状態で同方向に回転させることができる。バレル7は、互いに噛み合わせた状態の2本のスクリュ6a,6bを回転可能に収容する収容部8と、投入部9(図1参照)から収容部8に投入された材料5を加熱して溶融させるためのヒータ(図示しない)と、を備えている。

20

【0021】

図3に示すように、2本のスクリュ6a,6bは、これらを互いに噛み合わせた状態で同方向に回転させることで、投入された材料5(図1参照)を搬送しつつ、当該材料5に対して予備的な混練を行うことができるようになっている。互いに噛み合わせた状態に係る2本のスクリュ6a,6bには、フィード部10、混練部11およびポンピング部12が構成されている。

30

【0022】

フィード部10、混練部11およびポンピング部12は、その中央部に、スプライン孔13が形成されている。スプライン孔13には、例えばモータなどの回転装置(図示しない)に連結されたスプライン軸14が挿入されている。スプライン軸14を回転させることで、フィード部10、混練部11およびポンピング部12を回転させることができる。図2には、スプライン孔13の一例として、2本のスクリュ6a,6bのうち、混練部11のディスク19に形成されたスプライン孔13が示されている。

【0023】

このような構成によれば、2本のスクリュ6a,6bを同方向に回転させることで、投入部9から収容部8に投入された材料5は、フィード部10によって搬送され、混練部11で混練された後、ポンピング部12によって搬送され、第2の押出機3に連続的に供給される。

40

【0024】

フィード部10において、2本のスクリュ6a,6bには、それぞれ、材料5の搬送方向に向かって、当該スクリュ6a,6bの回転方向とは逆方向に、螺旋状にねじれたフライト15が設けられている。双方のフライト15は、90°位相がずれた状態で互いに噛み合っており、かかる状態で2本のスクリュ6a,6bを回転させることで、投入された材料5を混練部11に搬送することができる。

【0025】

50

ポンピング部 1 2 において、2 本のスクリュ 6 a, 6 b には、それぞれ、材料 5 の搬送方向に向かって、当該スクリュ 6 a, 6 b の回転方向とは逆方向に、螺旋状にねじれたフライト 1 6 が設けられている。双方のフライト 1 6 は、90°位相がずれた状態で互いに噛み合っており、かかる状態で2本のスクリュ 6 a, 6 b を回転させることで、混練部 1 1 によって混練された材料 5 を搬送することができる。

【0026】

混練部 1 1 において、2 本のスクリュ 6 a, 6 b には、それぞれ、第 1 ディスク領域 1 1 a と、第 2 ディスク領域 1 1 b、第 3 ディスク領域 1 1 c と、が備えられている。第 1 ディスク領域 1 1 a には、複数のディスク 1 7 が備えられ、これらのディスク 1 7 は、フィールド部 1 0 のフライト 1 5 の螺旋方向に一致するように、隣り合うディスク 1 7 に位相差を与えて構成されている。同様に、第 3 ディスク領域 1 1 c には、複数のディスク 1 8 が備えられ、これらのディスク 1 8 は、ポンピング部 1 2 のフライト 1 6 の螺旋方向に一致するように、隣り合うディスク 1 8 に位相差を与えて構成されている。これに対して、第 2 ディスク領域 1 1 b には、複数のディスク 1 9 が備えられ、これらのディスク 1 9 は、隣り合うディスク 1 9 を直交させて構成されている。

【0027】

このような第 1 の押出機 2 によれば、投入部 9 から収容部 8 に投入された材料 5 を、加熱により溶融させつつ混合させることで、第 2 の押出機 3 での混練に適した流動性を有する原料として生成することができる。溶融混合化された原料は、当該第 1 の押出機 2 から連続的に押し出される。

【0028】

[第 2 の押出機 3 について]

図 1 に示すように、第 2 の押出機 3 は、単軸押出機として構成され、1 本の押出機用スクリュ 2 0 と、このスクリュ 2 0 が回転可能に挿通されたシリンダ 2 1 a (図 5、図 6 参照) を有するバレル 2 1 と、を備えている。第 1 の押出機 2 から連続的に押し出された原料は、通路部 2 2 を介して第 2 の押出機 3 に連続的に供給される。第 2 の押出機 3 において、原料にせん断作用と伸長作用とが付与されることで、混練物が連続的に生成される。生成された混練物は、通路部 2 3 を介して第 3 の押出機 4 に連続的に供給される。なお、当該スクリュ 2 0 を備えた第 2 の押出機 3 の具体的な構成については、後で詳細に説明する。

【0029】

[第 3 の押出機 4 について]

図 4 に示すように、第 3 の押出機 4 は、単軸押出機として構成され、真っ直ぐに延出した 1 本のベントスクリュ 2 4 と、このベントスクリュ 2 4 を回転可能に収容する収容部 2 5 a を有するバレル 2 5 と、収容部 2 5 a 内を負圧に引くための真空ポンプ 2 6 と、を備えている。

【0030】

ベントスクリュ 2 4 には、第 2 の押出機 3 から供給された混練物を収容部 2 5 a に沿って搬送するためのフライト 2 7 が螺旋状に設けられている。フライト 2 7 は、ベントスクリュ 2 4 の基端から先端に向かって、当該ベントスクリュ 2 4 の回転方向とは逆方向にねじれている。ベントスクリュ 2 4 は、例えばモータなどの回転装置 (図示しない) に連結されている。これにより、第 2 の押出機 3 から供給された混練物は、ベントスクリュ 2 4 の回転に伴って収容部 2 5 a を連続して搬送される。

【0031】

さらに、バレル 2 5 には、真空ポンプ 2 6 が連結されたベント口 (vent-port) 2 8 が設けられ、ベント口 2 8 は、当該バレル 2 5 を貫通して収容部 2 5 a に連通した連通孔 2 5 h に連結されている。さらに、バレル 2 5 には、ベントスクリュ 2 4 の先端に対向する位置に、収容部 2 5 a を閉塞するヘッド部 2 9 が設けられ、ヘッド部 2 9 は、脱泡済みの混練物を吐出させるための吐出口 2 9 a を有している。

【0032】

10

20

30

40

50

このような第3の押出機4によれば、第2の押出機3から供給された混練物は、ベントスクリュ24によって収容部25a内をヘッド部29に向けて搬送される間、ベント口28に対向する位置で、真空ポンプ26の真空圧を受ける。これにより、当該混練物に含まれるガス状物質やその他の揮発成分などが吸引・除去される。ガス抜きが施された混練物は、ヘッド部29の吐出口29aから吐出された後、用途に応じた製品に加工される。

【0033】

次に、本実施形態に係る第2の押出機3の具体的な構成について説明する。

【0034】

[第2の押出機3の概要]

図5および図6に示すように、第2の押出機3において、バレル21は、複数のバレルエレメント30に分割されている。それぞれのバレルエレメント30は、押出機用スクリュ20が回転可能に挿通される円筒状の貫通孔30hを有している。この場合、それぞれの貫通孔30hが同軸状に連続するように、複数のバレルエレメント30を一体的に結合させることで、一連のシリンダ21aを有するバレル21が構成されている。なお、図面には一例として、隣り合うバレルエレメント30を、ボルト31によって相互に結合させたバレル21が示されている。

【0035】

バレル21には、その一端に位置するバレルエレメント30に、供給口32が設けられている。供給口32は、当該バレルエレメント30を貫通してシリンダ21aに連通している。第1の押出機2から通路部22を介して連続的に供給される原料は、供給口32を介して連続的にシリンダ21aに供給される。

【0036】

さらに、バレル21には、その他端に位置するバレルエレメント30に、吐出口33が設けられている。吐出口33は、当該他端のバレルエレメント30の開口端を覆うように結合される蓋体34に構成されている。これにより、シリンダ21a内で混練された混練物は、吐出口33を介して連続的に押し出される。

【0037】

さらに、各バレルエレメント30には、冷却水を流す冷却水通路35、図示しないヒータおよび温度センサなどが設けられている。この場合、ヒータのON/OFFを制御することで、バレル21を加熱して、あらかじめ設定した温度に制御することにより、シリンダ21a内の原料を加熱することができる。このとき、バレル21が設定温度を越えた場合、冷却水通路35に冷却水を流してバレル21を冷却して、あらかじめ設定した温度に調整することにより、シリンダ21a内の原料を冷却することができる。

【0038】

[押出機用スクリュ20について]

図5ないし図8に示すように、押出機用スクリュ20は、スクリュ本体20pを備えている。スクリュ本体20pは、複数の円筒状の筒体36と、これらの筒体36を支持する1本の回転軸37と、から構成されている。なお、本明細書において、スクリュ本体20p(筒体36)の外周面36sとは、当該スクリュ本体20p(筒体36)の長手方向の両端面を含まない周方向に沿った外周面を指す。

【0039】

回転軸37は、その基端から先端に亘って真っ直ぐに延出している。なお、押出機用スクリュ20をバレル21のシリンダ21aに回転可能に挿通させた状態において、回転軸37の基端は、供給口32が設けられたバレル21の一端の側に位置付けられ、回転軸37の先端は、吐出口33が設けられたバレル21の他端の側に位置付けられる。

【0040】

別の捉え方をすると、押出機用スクリュ20をバレル21のシリンダ21aに回転可能に挿通させた状態において、当該押出機用スクリュ20の基端は、供給口32が設けられたバレル21の一端の側に位置付けられ、押出機用スクリュ20の先端は、吐出口33が設けられたバレル21の他端の側に位置付けられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

回転軸 3 7 の基端には、連結部 3 8 およびストッパ部 4 0 が互いに同軸状に設けられている。連結部 3 8 は、図示しないカップリングを介して例えばモータなどの回転装置に連結可能に構成されている。ストッパ部 4 0 は、連結部 3 8 の外形輪郭よりも大きな外形輪郭を有して構成されている。

【 0 0 4 2 】

回転軸 3 7 の先端からストッパ部 4 0 の端面に亘る領域には、円柱形状を有する支持部 3 9 (図 6 参照) が設けられている。支持部 3 9 は、ストッパ部 4 0 の外形輪郭よりも小さな外形輪郭を有して構成されている。支持部 3 9 は、ストッパ部 4 0 の端面から同軸状に延びており、その全長は、バレル 2 1 のシリンダ 2 1 a の全長に対応した長さを有している。このような回転軸 3 7 は、図示しない回転装置からの回転力が連結部 3 8 に伝達されると、基端から先端に亘る直線状の軸線 4 1 を中心に回転する。

10

【 0 0 4 3 】

また、複数の円筒状の筒体 3 6 は、それぞれ、回転軸 3 7 の支持部 3 9 に支持されるように構成されている。かかる支持構造の一例として、支持部 3 9 には、その外周面に一对のキー 5 1 が設けられている。各キー 5 1 は、支持部 3 9 の外周面に沿って周方向に 1 8 0 ° ずれた位置に形成された一对の溝部 5 0 に嵌め込まれている。各溝部 5 0 は、支持部 3 9 の外周面を軸方向に沿って一部切り欠いて形成されている。

【 0 0 4 4 】

さらに、各筒体 3 6 は、その内周面に沿って、支持部 3 9 を同軸状に貫通させることができるように構成されている。各筒体 3 6 の内周面には、周方向に沿って 1 8 0 ° ずれた位置にキー溝 5 3 が形成されている。これら一对のキー溝 5 3 は、当該筒体 3 6 の内周面を軸方向に沿って一部切り欠いて形成されている。

20

【 0 0 4 5 】

この場合、各キー 5 1 と各キー溝 5 3 とを位置合わせしつつ、全ての筒体 3 6 の内周面に回転軸 3 7 の支持部 3 9 を貫通させる。その後、支持部 3 9 の先端にカラー 5 4 を介して固定ネジ 5 5 をねじ込む。このとき、全ての筒体 3 6 は、先端カラー 5 4 とストッパ部 4 0 の基端カラー 5 6 との間で挟持され、その挟持力によって、互いに隙間なく密着された状態に保持される。

【 0 0 4 6 】

上記した支持構造によって、全ての筒体 3 6 が支持部 3 9 上で同軸状に結合されることで、当該各筒体 3 6 と回転軸 3 7 とが一体的に組み立てられる。各筒体 3 6 と回転軸 3 7 とが一体的に組み立てられることで、スクリュ本体 2 0 p は、基端から先端に亘り軸方向 (長手方向) に延出した棒状部材として構成される。

30

【 0 0 4 7 】

このとき、各筒体 3 6 を回転軸 3 7 とともに軸線 4 1 を中心に回転させること、すなわち、スクリュ本体 2 0 p を軸線 4 1 を中心に回転させることが可能となる。さらに、スクリュ本体 2 0 p の基端は、回転軸 3 7 の基端と一致するとともに、スクリュ本体 2 0 p の先端は、回転軸 3 7 の先端と一致する。

【 0 0 4 8 】

このような状態において、各筒体 3 6 は、スクリュ本体 2 0 p の外径 D 1 (図 7 参照) を規定する構成要素となる。すなわち、支持部 3 9 に沿って同軸状に結合された各筒体 3 6 は、その外径 D 1 が互いに同一に設定されている。スクリュ本体 2 0 p (各筒体 3 6) の外径 D 1 は、回転軸 3 7 の回転中心である軸線 4 1 を通って規定される直径である。

40

【 0 0 4 9 】

これにより、スクリュ本体 2 0 p (各筒体 3 6) の外径 D 1 が一定値であるセグメント式のスクリュ 2 0 が構成される。セグメント式のスクリュ 2 0 は、回転軸 3 7 (すなわち、支持部 3 9) に沿って、複数のスクリュエレメントを、自由な順番および組み合わせで保持させることができる。スクリュエレメントとしては、例えば、少なくとも後述するフライト 4 5 , 4 6 , 4 8 の一部が形成された筒体 3 6 を、1 つのスクリュエレメントとして

50

規定することができる。

【 0 0 5 0 】

このように、スクリュ 2 0 をセグメント化することで、例えば、当該スクリュ 2 0 の仕様の変更や調整、あるいは、保守やメンテナンスについて、その利便性を格段に向上させることができる。

【 0 0 5 1 】

なお、本実施形態において、複数の筒体 3 6 と回転軸 3 7 とを回り止め固定する構造としては、上記したようなキー 5 1 とキー溝 5 3 との組み合わせに係るものに限定されることはなく、これに代えて、例えば図 2 に示すようなスプライン構造を用いてもよい。

【 0 0 5 2 】

さらに、セグメント式のスクリュ 2 0 は、バレル 2 1 のシリンダ 2 1 a に同軸状に収容されている。具体的には、複数のスクリュエレメントが回転軸 3 7 (支持部 3 9) に沿って保持されたスクリュ本体 2 0 p が、シリンダ 2 1 a に回転可能に収容されている。この状態において、スクリュ本体 2 0 p の外周面 3 6 s と、シリンダ 2 1 a の内面 2 1 s との間には、原料を搬送するための搬送路 6 3 が形成されている。搬送路 6 3 は、シリンダ 2 1 a の径方向に沿う断面形状が円環形であり、シリンダ 2 1 a に沿って軸方向に延びている。

【 0 0 5 3 】

本実施形態において、スクリュ本体 2 0 p には、原料を搬送する複数の搬送部 4 2 と、原料の流動を制限する複数の障壁部 4 3 と、が設けられている。これらの搬送部 4 2 および障壁部 4 3 は、スクリュ本体 2 0 p の軸方向(長手方向)に沿って交互に並べて配置されている。

【 0 0 5 4 】

すなわち、バレル 2 1 の一端に対応するスクリュ本体 2 0 p の基端には、搬送部 4 2 が配置され、この搬送部 4 2 からスクリュ本体 2 0 p の先端に向かって、障壁部 4 3 と搬送部 4 2 とが交互に配置されている。また、バレル 2 1 の他端に対応するスクリュ本体 2 0 p の先端には、吐出用搬送部 4 4 が配置されている。吐出用搬送部 4 4 は、シリンダ 2 1 a 内で混練された混練物を、他の搬送部 4 2 による搬送方向と同方向に搬送するように構成されている。

【 0 0 5 5 】

[押出機用スクリュ 2 0 の基端から先端に向けて混練物を押し出す構成]

以下の説明において、スクリュ本体 2 0 p の回転方向(左回転、右回転)とは、当該スクリュ本体 2 0 p の基端の側から見た場合の回転方向(左回転、右回転)である。また、フライト 4 5, 4 6, 4 8 のねじれ方向(時計回り、逆時計回り)とは、スクリュ本体 2 0 p の基端の側から見た場合の当該フライト 4 5, 4 6, 4 8 のねじれ方向(時計回り、逆時計回り)である。

【 0 0 5 6 】

各搬送部 4 2 は、螺旋状にねじれたフライト 4 5 を有している。フライト 4 5 は、筒体 3 6 の周方向に沿う外周面 3 6 s から搬送路 6 3 に向けて張り出している。フライト 4 5 は、スクリュ本体 2 0 p の回転方向とは逆方向にねじれている。さらに、吐出用搬送部 4 4 は、螺旋状にねじれたフライト 4 6 を有している。フライト 4 6 は、筒体 3 6 の周方向に沿う外周面 3 6 s から搬送路 6 3 に向けて張り出している。フライト 4 6 は、スクリュ本体 2 0 p の回転方向とは逆方向にねじれている。

【 0 0 5 7 】

ここで、スクリュ本体 2 0 p を左回転させて原料を混練する場合、各搬送部 4 2 のフライト 4 5 は、スクリュ本体 2 0 p の基端から先端に向けて原料を搬送するように、ねじれている。すなわち、フライト 4 5 のねじれ方向は、右ねじと同じように、時計回りに設定されている。

【 0 0 5 8 】

さらに、スクリュ本体 2 0 p を左回転させて原料を混練する場合、吐出用搬送部 4 4 の

10

20

30

40

50

フライト46は、スクリュ本体20pの基端から先端に向けて原料を搬送するように、ねじれている。すなわち、フライト46のねじれ方向は、右ネジと同じように、時計回りに設定されている。

【0059】

これに対して、スクリュ本体20pを右回転させて原料を混練する場合、各搬送部42のフライト45は、スクリュ本体20pの基端から先端に向けて原料を搬送するように、ねじれている。すなわち、フライト45のねじれ方向は、左ネジと同じように、逆時計回りに設定されている。

【0060】

さらに、スクリュ本体20pを右回転させて原料を混練する場合、吐出用搬送部44のフライト46は、スクリュ本体20pの基端から先端に向けて原料を搬送するように、ねじれている。すなわち、フライト46のねじれ方向は、左ねじと同じように、逆時計回りに設定されている。

10

【0061】

各障壁部43は、螺旋状にねじれたフライト48を有している。フライト48は、筒体36の周方向に沿う外周面36sから搬送路63に向けて張り出している。フライト48は、スクリュ本体20pの回転方向と同方向にねじれている。

【0062】

ここで、スクリュ本体20pを左回転させて原料を混練する場合、各障壁部43のフライト48は、スクリュ本体20pの先端から基端に向けて原料を搬送するように、ねじれている。すなわち、フライト48のねじれ方向は、左ねじと同じように、逆時計回りに設定されている。

20

【0063】

これに対して、スクリュ本体20pを右回転させて原料を混練する場合、各障壁部43のフライト48は、スクリュ本体20pの先端から基端に向けて原料を搬送するように、ねじれている。すなわち、フライト48のねじれ方向は、右ねじと同じように、時計回りに設定されている。

【0064】

各障壁部43において、フライト48のねじれピッチは、上記した各搬送部42,44におけるフライト45,46のねじれピッチと同じか、それよりも小さく設定されている。さらに、フライト45,46,48の頂部と、バレル21のシリンダ21aの内面21sとの間には、僅かなクリアランスが確保されている。

30

【0065】

この場合、各障壁部43の外径部43sと、シリンダ21aの内面21sとの隙間47(図11参照)は、0.1mm以上かつ2mm以下の範囲に設定することが好ましい。さらに好ましくは、当該隙間47を、0.1mm以上かつ0.7mm以下の範囲に設定する。これにより、原料が隙間47を通過して搬送されるのを確実に制限することができる。

【0066】

なお、各障壁部43において、フライト48を設ける代わりに、スクリュ本体20pの外周面36sに沿って周方向に連続した障壁用円環状体57(図13、図14参照)を設けてもよい。障壁用円環状体57は、軸線41を中心に周方向に沿って同心円状に連続した円筒面57sを有している。円筒面57sは、筒体39の周方向に沿う外周面36sから搬送路63に向けて張り出している。円筒面57sと、シリンダ21aの内面21sとの間隔は、上記した隙間47の範囲に設定されている。

40

【0067】

ところで、スクリュ本体20pの軸方向に沿う搬送部42,44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などに応じて適宜設定される。搬送部42,44とは、少なくとも筒体36の外周面36sにフライト45,46が形成された領域のことであるが、フライト45,46の始点と終点との間の領域に特定されるものではない。

50

【 0 0 6 8 】

すなわち、筒体 3 6 の外周面 3 6 s のうちフライト 4 5 , 4 6 から外れた領域も、搬送部 4 2 , 4 4 とみなされることがある。例えば、フライト 4 5 , 4 6 を有する筒体 3 6 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 4 2 , 4 4 に含まれることがあり得る。

【 0 0 6 9 】

また、スクリュ本体 2 0 p の軸方向に沿う障壁部 4 3 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などに応じて適宜設定される。障壁部 4 3 は、搬送部 4 2 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 4 3 は、原料の搬送方向の下流側で搬送部 4 2 と隣り合うとともに、搬送部 4 2 によって送られる原料がフライト 4 8 の頂部（外径部 4 3 s）とシリンダ 2 1 a の内面 2 1 s との間の隙間 4 7 を通過するのを妨げるように構成されている。

10

【 0 0 7 0 】

上記したスクリュ 2 0 において、各フライト 4 5 , 4 6 , 4 8 は、互いに同一の外径 D 1 を有する複数の筒体 3 6 の外周面 3 6 s から搬送路 6 3 に向けて張り出している。このため、各筒体 3 6 の周方向に沿う外周面 3 6 s は、当該スクリュ 2 0 の谷径を規定する。スクリュ 2 0 の谷径は、スクリュ 2 0 の全長に亘って一定値に保たれている。

【 0 0 7 1 】

さらに、図 5 ないし図 8 に示すように、スクリュ本体 2 0 p は、その内部に、軸方向に延びる複数の通路 6 4 を有している。複数の通路 6 4 は、スクリュ本体 2 0 p の軸方向および周方向に沿って並んでいる。図面には一例として、スクリュ本体 2 0 p の周方向に沿って等間隔に配置された 2 つの通路 6 4 を、軸方向に沿って等間隔に並べた構成が示されている。

20

【 0 0 7 2 】

通路 6 4 は、スクリュ 2 0 の回転中心である軸線 4 1 から偏心した位置に設けられている。すなわち、通路 6 4 は、軸線 4 1 から外れている。このため、通路 6 4 は、スクリュ本体 2 0 p の回転に伴って、軸線 4 1 の回りを公転する。

【 0 0 7 3 】

通路 6 4 の形状については、原料が流通可能であれば、その断面形状として、例えば、円形状、矩形状、楕円形状などに設定することができる。図面には一例として、断面が円形状の孔である通路 6 4 が示されている。この場合、当該孔の内径（口径）は、1 mm 以上かつ 6 mm 未満に設定することが好ましい。さらに好ましくは、当該孔の内径（口径）を、1 mm 以上かつ 5 mm 未満に設定する。

30

【 0 0 7 4 】

スクリュ本体 2 0 p の内部において、搬送部 4 2 および障壁部 4 3 の筒体 3 6 は、孔である通路 6 4 を規定する筒状の壁面 5 2 を有している。すなわち、通路 6 4 は、中空の空間のみから成る孔である。壁面 5 2 は、中空の通路 6 4 を周方向に連続して取り囲んでいる。これにより、通路 6 4 は、原料の流通のみを許容する中空の空間として構成されている。換言すると、通路 6 4 の内部には、スクリュ本体 2 0 p を構成する他の要素は一切存在しない。この場合、壁面 5 2 は、スクリュ本体 2 0 p が回転した時に、軸線 4 1 を中心に自転することなく軸線 4 1 の回りを公転する。

40

【 0 0 7 5 】

このような通路 6 4 によれば、各搬送部 4 2 によって搬送路 6 3 を搬送された原料が当該通路 6 4 を流通する際、当該原料に対して、広い箇所（搬送路 6 3）から狭い箇所（通路 6 4）を通過する際に生じる「伸長作用」を有効に利かせることができる。

【 0 0 7 6 】

以下、上記した通路 6 4 の具体的な構成について述べる。

図 6 および図 9 に示すように、本実施形態に係る押出機用スクリュ 2 0 は、複数の搬送部 4 2 と、複数の障壁部 4 3 とが、軸方向（長手方向）に沿って交互に並んだスクリュ本体 2 0 p の内部に、複数の通路 6 4 が軸方向（長手方向）に沿って互いに間隔を存して設

50

けられている。かかるスクリュ構造により、原料にせん断作用と伸長作用とを連続して付与する機能を有するスクリュ本体20pを備えたスクリュ20が実現される。

【0077】

ここで、上記したスクリュ構造において、1つの障壁部43と、当該障壁部43の両側に隣接する2つの搬送部42とに着目すると、1つの通路64が、障壁部43の筒体36と、2つの搬送部42の筒体36とに跨って設けられている。かかる構成は、構造的にまとまった1つのユニットとして捉えることができる。

【0078】

本実施形態に係るスクリュ本体20pは、当該ユニットを軸方向(長手方向)に複数並べて構成されている。これにより、特定の原料の流れを追った場合、一度通ったところは二度と通らない一方通行型のスクリュ構造が実現される。

10

【0079】

換言すると、上記した1つのユニットは、機能的にまとまった1つのモジュールとして捉えることができる。1つのモジュールの機能として、例えば、原料にせん断作用を付与する機能、原料に伸長作用を付与する機能、障壁部43によって原料の搬送を堰き止める機能、障壁部43によって圧力の高められた原料を通路64へ導く機能、障壁部43の直前で原料の充満率が100%の原料溜まりRを形成する機能などが想定される。

【0080】

さらに、上記したスクリュ構造において、通路64は、入口65、出口67、入口65と出口67との間を連通する通路本体66を有している。入口65および出口67は、上記した1つのユニットにおいて、1つの障壁部43の両側に設けられている。すなわち、入口65は、通路本体66の一方側(スクリュ本体20pの基端寄りの部分)に設けられている。出口67は、通路本体66の他方側(スクリュ本体20pの先端寄りの部分)に設けられている。

20

【0081】

具体的には、当該障壁部43に対してスクリュ本体20pの基端の側から隣接した搬送部42において、入口65は、当該搬送部42の外周面36sに開口されている。一方、当該障壁部43に対してスクリュ本体20pの先端の側から隣接した搬送部42において、出口67は、当該搬送部42の外周面36sに開口されている。

【0082】

この場合、入口65および出口67の形成位置は、当該搬送部42の範囲内で自由に設定することができる。例えば、入口65および出口67の双方を、障壁部43に接近させてもよいし、当該障壁部43から離間させてもよい。さらに、入口65および出口67のいずれか一方を、障壁部43に接近させてもよいし、当該障壁部43から離間させてもよい。図面には一例として、入口65を障壁部43に接近させ、出口67を障壁部43から遠ざけた構成が示されている。

30

【0083】

入口65は、筒体36(スクリュ本体20p)の外周面36sから径方向に掘られた穴である。入口65は、例えばドリルを用いた機械加工によって形成することができる。この結果、入口65の底部65aは、ドリルの先端によって円錐状に削り取られた傾斜面となっている。換言すると、円錐状の底部65aは、スクリュ本体20pの外周面36sに向かって末広がり形状の傾斜面となっている。

40

【0084】

出口67は、筒体36(スクリュ本体20p)の外周面36sから径方向に掘られた穴である。出口67は、例えばドリルを用いた機械加工によって形成することができる。この結果、出口67の底部67aは、ドリルの先端によって円錐状に削り取られた傾斜面となっている。換言すると、円錐状の底部67aは、スクリュ本体20pの外周面36sに向かって末広がり形状の傾斜面となっている。

【0085】

本実施形態において、1つの筒体36の外周面36sには、1つの搬送部42と、1つ

50

の障壁部 4 3 とが軸方向に配列されている（図 8 参照）。そして、当該筒体 3 6 を軸方向に沿って並べることで、複数の搬送部 4 2 と、複数の障壁部 4 3 とが、軸方向（長手方向）に沿って交互に並んだスクリュ本体 2 0 p が構成されている。

【 0 0 8 6 】

通路本体 6 6 は、互いに隣接した 2 つの筒体 3 6 に亘って形成されている。通路本体 6 6 は、第 1 および第 2 の部分 6 6 a , 6 6 b から構成されている。第 1 の部分 6 6 a は、一方の筒体 3 6 の内部に形成されている。第 2 の部分 6 6 b は、他方の筒体 3 6 の内部に形成されている。

【 0 0 8 7 】

一方の筒体 3 6 において、第 1 の部分 6 6 a は、障壁部 4 3 に対向した領域に沿って形成されている。第 1 の部分 6 6 a は、軸線 4 1 に沿って平行に延びている。第 1 の部分 6 6 a の一端は、当該筒体 3 6 の端面 3 6 a に開口されている。一方、第 1 の部分 6 6 a の他端は、当該筒体 3 6 の内部で閉塞されている。さらに、第 1 の部分 6 6 a の他端は、上記した入口 6 5 に連通して接続されている。

10

【 0 0 8 8 】

他方の筒体 3 6 において、第 2 の部分 6 6 b は、搬送部 4 2 に対向した領域に沿って形成されている。第 2 の部分 6 6 b は、軸線 4 1 に沿って平行に延びている。第 2 の部分 6 6 b の一端は、当該筒体 3 6 の端面 3 6 a に開口されている。一方、第 2 の部分 6 6 b の他端は、当該筒体 3 6 の内部で閉塞されている。さらに、第 2 の部分 6 6 b の他端は、上記した出口 6 7 に連通して接続されている。

20

【 0 0 8 9 】

通路本体 6 6 は、第 1 の部分 6 6 a が形成された筒体 3 6 と、第 2 の部分 6 6 b が形成された筒体 3 6 とを軸方向に締め付けて、その端面 3 6 a 同士を相互に密着させることで形成することができる。この状態において、通路本体 6 6 は、スクリュ本体 2 0 p の軸方向に沿って、途中で分岐することなく、一直線状に連続して延びている。そして、当該通路本体 6 6 の両側は、上記した入口 6 5 および出口 6 7 に連通して接続されている。

【 0 0 9 0 】

この場合、通路本体 6 6 の口径は、入口 6 5 および出口 6 7 の口径よりも小さく設定してもよいし、同一の口径に設定してもよい。いずれの場合でも、当該通路本体 6 6 の口径によって規定される通路断面積は、上記した円環形の搬送路 6 3 の径方向に沿う円環断面積よりも遥かに小さく設定されている。

30

【 0 0 9 1 】

本実施形態において、フライト 4 5 , 4 6 , 4 8 の少なくとも一部が形成された各筒体 3 6 は、各搬送部 4 2 , 4 4 や障壁部 4 3 に対応したスクリュエレメントとして捉えることができる。図 8 には、スクリュエレメントの一例として、1 つの搬送部 4 2 と、1 つの障壁部 4 3 とが外周面 3 6 s に沿って並んだ筒体 3 6 が示されている。

【 0 0 9 2 】

そうすると、スクリュ 2 0 のスクリュ本体 2 0 p は、回転軸 3 7（支持部 3 9）の外周上にスクリュエレメントとしての複数の筒体 3 6 を順次配置することで構成することができる。このため、例えば原料の混練度合いに応じて、搬送部 4 2 , 4 4 や障壁部 4 3 の交換および組み換えが可能であるとともに、交換および組み換え時の作業を容易に行うことができる。

40

【 0 0 9 3 】

さらに、スクリュエレメントとしての複数の筒体 3 6 を軸方向に締め付けて、相互に密着させることで、各通路 4 9 の通路本体 6 6 が形成され、当該通路本体 6 6 を介して通路 6 4 の入口 6 5 から出口 6 7 までが一体的に連通される。このため、スクリュ本体 2 0 p に通路 6 4 を形成するに当たっては、スクリュ本体 2 0 p の全長に比べて長さが十分に短い各筒体 3 6 のそれぞれに、通路 6 4 を設けるための加工を施せばよい。よって、通路 6 4 を形成する際の加工および取扱いが容易となる。

【 0 0 9 4 】

50

次に、このような構成を有する押出機用スクリュ２０によって原料を混練する動作について説明する。この動作説明では、押出機用スクリュ２０を逆時計回りに左回転させながら、スクリュ本体２０pの基端から先端に向けて混練物を押し出す場合を想定する。この場合、押出機用スクリュ２０を備えた第２の押出機３には、第１の押出機２から原料が連続的に供給されている。当該原料は、第１の押出機２において、複数の材料を予備的に混練することで生成された熔融状態の原料である。

【 ０ ０ ９ ５ 】

図１０および図１１に示すように、第２の押出機３に供給された原料は、バレル２１の供給口３２（図５および図６参照）からスクリュ本体２０pの外周面３６sに連続的に供給される。供給された原料は、搬送部４２のフライト４５によって、スクリュ本体２０pの基端から先端に向かってＳ１方向に搬送される。

10

【 ０ ０ ９ ６ 】

Ｓ１方向に搬送される間、原料には、搬送路６３に沿って旋回する搬送部４２のフライト４５とシリンダ２１aの内面２１sとの間の速度差によって生じる「せん断作用」が付与されるとともに、螺旋状のフライト４５自体の旋回に伴う攪拌作用が付与される。これにより、当該原料に対するナノ分散化が促進される。

【 ０ ０ ９ ７ 】

Ｓ１方向に搬送された原料は、その搬送が障壁部４３により制限される。すなわち、障壁部４３のフライト４８は、原料を、Ｓ１方向とは逆方向に、スクリュ本体２０pの先端から基端に向かって搬送させるように作用する。この結果、当該原料は、障壁部４３によって、その流動が堰き止められる。

20

【 ０ ０ ９ ８ 】

このとき、搬送部４２と障壁部４３との境界で原料の圧力が高まる。具体的に説明すると、図１１には、搬送路６３のうちスクリュ本体２０pの搬送部４２に対応した箇所の原料の充填率がグラデーションで表されている。すなわち、当該搬送路６３において、色調が濃くなる程に原料の充填率が高くなっている。図１１から明らかなように、搬送部４２に対応した搬送路６３において、障壁部４３に近づくに従って原料の充填率が高まっている。障壁部４３の直前で、原料の充填率は１００％となっている。

【 ０ ０ ９ ９ 】

このため、障壁部４３の直前で、原料の充填率が１００％となる「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で、当該原料の圧力が上昇している。圧力が上昇した原料は、搬送部４２（筒体３６）の外周面３６sに開口された入口６５から通路本体６６に連続的に流入し、当該通路本体６６内を、Ｓ１方向と同方向に、スクリュ本体２０pの基端から先端に向かってＳ２方向に流通する。

30

【 ０ １ ０ ０ 】

上記したように、通路本体６６の口径によって規定される通路断面積は、シリンダ２１aの径方向に沿う搬送路６３の円環断面積よりも遥かに小さい。別の捉え方をすると、通路本体６６の口径に基づく広がり領域は、円環形状の搬送路６３の広がり領域よりも遥かに小さい。このため、入口６５から通路本体６６に流入する際に、原料が急激に絞られることで、当該原料に「伸長作用」が付与される。

40

【 ０ １ ０ １ 】

さらに、通路断面積が円環断面積よりも十分に小さいため、原料溜まりＲに溜まった原料が消滅することはない。すなわち、原料溜まりＲに溜まった原料は、その一部が連続的に入口６５に流入する。この間、新たな原料が、搬送部４２のフライト４５によって、障壁部４３に向けて送り込まれる。この結果、原料溜まりＲにおける障壁部４３の直前の充填率は、常に１００％に維持される。このとき、フライト４５による原料の搬送量に多少の変動が生じたとしても、その変動状態が、原料溜まりＲに残存した原料で吸収される。これにより、原料を、連続して安定的に通路本体６６に供給することができる。よって、当該通路本体６６において、原料に対し、途切れることなく連続的に伸長作用を付与することができる。

50

【 0 1 0 2 】

通路本体 6 6 を通過した原料は、出口 6 7 からスクリュ本体 2 0 p の外周面 3 6 s に流出する。スクリュ本体 2 0 p には、上記した搬送部 4 2 と障壁部 4 3 が軸方向に交互に並んでいるため、上記したような一連のせん断・伸長動作が繰り返されることで、シリンダ 2 1 a 内の原料は、せん断流動と伸長流動とが繰り返された状態で、スクリュ本体 2 0 p の基端から先端に向かって連続的に搬送される。これにより、原料の混練の度合いが強化される。

【 0 1 0 3 】

スクリュ本体 2 0 p の先端には、ナノレベルに混練された混練物が搬送される。搬送された混練物は、吐出用搬送部 4 4 のフライト 4 6 によって S 1 方向に搬送された後、吐出

10

【 0 1 0 4 】

第 2 の押出機 3 の吐出口 3 3 から押し出された混練物は、第 3 の押出機 4 において、当該混練物に含まれるガス成分が吸引・除去された後、機外に吐出される。吐出された混練物は、例えば水槽内に蓄えられた冷却水に浸漬され、強制的に冷却される。かくして、所望の樹脂成型品が得られる。

【 0 1 0 5 】

ここで、上記したせん断・伸長動作によって原料を混練した場合について、その混練物に対する高分散確認試験の結果について述べる。

試験に際し、ポリカーボネート樹脂 (P C)、および、ポリメタクリル酸メチル樹脂 (P M M A) の二種類の材料 5 を第 1 の押出機 2 に供給し、予備的に混練することで熔融状態の材料 5 を生成した。そして、その熔融状態の材料 5 を、第 2 の押出機 3 の原料として、第 1 の押出機 2 から第 2 の押出機 3 に連続的に供給した。

20

【 0 1 0 6 】

当該試験において、押出機用スクリュ 2 0 を、上記したせん断・伸長動作が 8 回繰り返されるように構成する。そして、押出機用スクリュ 2 0 の仕様を次のように設定する。すなわち、スクリュ径を 3 6 m m、スクリュ有効長 (L / D) を 1 6 . 7、スクリュ回転数を 2 3 0 0 r p m、原料供給量を 1 0 . 0 k g / h、バレル設定温度を 2 4 0 にそれぞれ設定する。

かかる試験によれば、目的とした透明な混練物を連続して得ることができた。

30

【 0 1 0 7 】

以上、本実施形態のスクリュ 2 0 によれば、せん断作用領域と、伸長作用領域とを軸方向に交互に連続させたことで、原料に、せん断作用と伸長作用とを付与しつつ、混練物を連続的に生成することができる。この場合、第 1 の押出機 2 から第 2 の押出機 3 に、原料を、滞留させることなく、連続的に供給することができる。これにより、見かけ上の連続生産では無く、混練物の完全連続生産が可能となる。

【 0 1 0 8 】

この結果、第 1 の押出機 2 と第 2 の押出機 3 の運転条件を相互に関連付けながら、それぞれを最適な運転条件に設定することができる。例えば、第 1 の押出機 2 で樹脂を予備的に混練する場合には、スクリュ回転数を従来と同様に、1 0 0 r p m ないし 3 0 0 r p m に設定することができる。このため、樹脂の十分な加熱と熔融、並びに、予備的な混練が可能となる。このとき、第 2 の押出機 3 において、スクリュ 2 0 を 6 0 0 r p m ないし 3 0 0 0 r p m の高速で回転させることができる。このため、樹脂に対して、せん断作用と伸長作用を交互に効果的に付与することができる。

40

【 0 1 0 9 】

さらに、本実施形態のスクリュ 2 0 は、特定の原料の流れを追った場合、一度通ったところは二度と通らない一方通行型のスクリュ構造を有している。このため、スクリュ 2 0 の構造を決める段階で、原料に対するせん断作用と伸長作用の付与回数を、あらかじめ設定することができる。これにより、当該スクリュ 2 0 を長尺化させることなく、原料に対するせん断作用と伸長作用の付与回数および付与時間を増やすことができる。この結果、

50

目的に応じた混練度合いで、原料を混練することができる。

【0110】

さらに、本実施形態によれば、一度通ったところは二度と通らない一方通行型のスクリュ構造であるので、特定の原料の流れに対して、その前方または後方にある混練状態の異なる原料の流れが混入することは無い。このため、原料を均一に混練することができる。

【0111】

さらに、本実施形態によれば、スクリュ本体20p（各筒体36）の外径D1を一定値に設定、換言すると、スクリュ20の谷径を、当該スクリュ20の全長に亘って一定値に設定したことで、複数のスクリュエレメントを、自由な順番および組み合わせで保持させることが可能なセグメント式のスクリュ20を実現することができる。スクリュ20をセグメント化することで、例えば、当該スクリュ20の仕様の変更や調整、あるいは、保守やメンテナンスについて、その利便性を格段に向上させることができる。

10

【0112】

そして、スクリュ20の谷径を、当該スクリュ20の全長に亘って一定値に設定したことで、原料を搬送するための搬送路63はスクリュ20の全長に亘って一様な円環形の断面形状となり、原料にせん断作用と伸長作用を交互に付与する際は、順次スムーズに付与することができ、均一な混練を行うことができる。

【0113】

さらに、本実施形態によれば、通路64（通路本体66）の断面積を、原料を搬送するための搬送路63の断面積よりも遥かに小さく設定したことで、当該通路64（通路本体66）を通過する原料に対して、満遍無く安定してかつ効率良く伸長作用を付与することができる。

20

【0114】

また、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42と障壁部43と通路64を組合わせて配置したスクリュ20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。

【0115】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、当該実施形態に限定されることはなく、以下のような変形例も、本発明の技術的範囲に含まれる。

「押出機用スクリュ20の先端から基端に向けて混練物を押し出す構成」

30

以下の説明において、スクリュ本体20pの回転方向（左回転、右回転）とは、当該スクリュ本体20pの基端の側から見た場合の回転方向（左回転、右回転）である。また、フライト60, 61, 62a, 62bのねじれ方向（時計回り、逆時計回り）とは、スクリュ本体20pの基端の側から見た場合の当該フライト60, 61, 62a, 62bのねじれ方向（時計回り、逆時計回り）である。

【0116】

図12には、本発明の変形例に係る第2の押出機3、並びに、当該第2の押出機3に適用される本発明の変形例に係る押出機用スクリュ20の構成が示されている。

本変形例に係る第2の押出機3において、供給口32は、バレル21の他端の側に設けられ、吐出口33は、バレル21の一端の側に設けられている。また、押出機用スクリュ20には、複数の搬送部58と複数の障壁部59a, 59b, 59cとが、スクリュ本体20pの先端から基端に向かって交互に配置されている。

40

【0117】

なお、本変形例に係る押出機用スクリュ20をバレル21のシリンダ21aに回転可能に挿通させた状態において、押出機用スクリュ20およびスクリュ本体20pの基端は、吐出口33が設けられたバレル21の一端の側に位置付けられ、押出機用スクリュ20およびスクリュ本体20pの先端は、供給口32が設けられたバレル21の他端の側に位置付けられる。

【0118】

この場合、各搬送部58は、供給口32から供給された原料を吐出口33に向けてS1

50

方向に搬送するように構成されている。基端障壁部 5 9 b と先端障壁部 5 9 c との間に配置された各障壁部 5 9 a は、各搬送部 5 8 による原料の搬送を制限するように構成されている。また、基端障壁部 5 9 b は、スクリュ本体 2 0 p の基端に設けられ、当該基端障壁部 5 9 b に隣接する搬送部 5 8 によって搬送された混練物を吐出口 3 3 に向かうように制限する。一方、先端障壁部 5 9 c は、スクリュ本体 2 0 p の先端に設けられ、供給口 3 2 から供給された原料を搬送方向 S 1 に向かうように制限する。

【 0 1 1 9 】

各搬送部 5 8 には、スクリュ本体 2 0 p の外周面 3 6 s に沿って螺旋状にねじれたフライト 6 0 が設けられ、当該各フライト 6 0 は、スクリュ本体 2 0 p の基端から先端に向かって、当該スクリュ本体 2 0 p の回転方向と同方向にねじれている。

10

【 0 1 2 0 】

図 1 2 には、スクリュ本体 2 0 p を左回転させて原料を混練する場合の構成が示されている。この場合、フライト 6 0 のねじれ方向は、スクリュ本体 2 0 p の先端から基端に向けて原料を搬送するように、左ねじと同じように、逆時計回りに設定されている。なお、スクリュ本体 2 0 p を右回転させて原料を混練する場合には、フライト 6 0 のねじれ方向を、上記左回転の場合とは逆向きに設定すればよい。

【 0 1 2 1 】

さらに、各障壁部 5 9 a , 5 9 b , 5 9 c において、スクリュ本体 2 0 p の外周面 3 6 s に沿って周方向に連続した障壁用円環状体 5 7 (図 1 3 および図 1 4 参照) を設けてもよいし、あるいは、スクリュ本体 2 0 p の外周面 3 6 s に沿って螺旋状にねじれた障壁用フライト 6 1 a , 6 1 b , 6 1 c (図 1 2 参照) を設けてもよい。

20

【 0 1 2 2 】

障壁用フライト 6 1 a , 6 1 b , 6 1 c を設ける場合において、スクリュ本体 2 0 p の基端に配置された基端障壁部 5 9 b には、スクリュ本体 2 0 p の基端から先端に向かって、当該スクリュ本体 2 0 p の回転方向とは逆方向にねじられた障壁用フライト 6 1 b が設けられている。一方、スクリュ本体 2 0 p の先端に配置された先端障壁部 5 9 c には、スクリュ本体 2 0 p の基端から先端に向かって、当該スクリュ本体 2 0 p の回転方向と同方向にねじられた障壁用フライト 6 1 c が設けられている。さらに、これら 2 つの障壁部 5 9 b , 5 9 c の間に設けられた各障壁部 5 9 a には、スクリュ本体 2 0 p の基端から先端に向かって、当該スクリュ本体 2 0 p の回転方向とは逆方向にねじられた障壁用フライト 6 1 a が設けられている。

30

【 0 1 2 3 】

ここで、スクリュ本体 2 0 p を左回転させて原料を混練する場合、先端障壁部 5 9 c における障壁用フライト 6 1 c のねじれ方向は、スクリュ本体 2 0 p の基端から先端に向かって、左ねじと同じように、逆時計回りに設定される。一方、これ以外の各障壁部 5 9 a , 5 9 b の障壁用フライト 6 1 a , 6 1 b のねじれ方向は、スクリュ本体 2 0 p の基端から先端に向かって、右ねじと同じように、時計回りに設定される。なお、スクリュ本体 2 0 p を右回転させて原料を混練する場合には、各障壁用フライト 6 1 a , 6 1 b , 6 1 c のねじれ方向を、上記左回転の場合とは逆向きに設定すればよい。

【 0 1 2 4 】

なお、これ以外の構成 (例えば、通路 4 9 の構成) については、上記した「押出機用スクリュ 2 0 の基端から先端に向けて混練物を押し出す構成」に基づいて設定することができるため、その説明は省略する。

40

次に、このような構成を有する押出機用スクリュ 2 0 によって原料を混練する動作について説明する。この動作説明では、押出機用スクリュ 2 0 を逆時計回りに左回転させながら、スクリュ本体 2 0 p の先端から基端に向けて混練物を押し出す場合を想定する。

【 0 1 2 5 】

図 1 2 に示すように、バレル 2 1 の供給口 3 2 からスクリュ本体 2 0 p の外周面 3 6 s に連続的に供給された原料は、搬送部 5 8 のフライト 6 0 によって、スクリュ本体 2 0 p の先端から基端に向かって S 1 方向に搬送される。

50

【 0 1 2 6 】

S 1 方向に搬送される間、原料には、搬送路 6 3 に沿って旋回する搬送部 5 8 のフライト 6 0 とシリンダ 2 1 a の内面 2 1 s との間の速度差によって生じる「せん断作用」が付与されるとともに、螺旋状のフライト 6 0 自体の旋回に伴う攪拌作用が付与される。これにより、当該原料に対するナノ分散化が促進される。

【 0 1 2 7 】

搬送路 6 3 に沿って S 1 方向に搬送された原料は、その搬送が障壁部 5 9 a により制限される。すなわち、障壁部 5 9 a のフライト 6 1 a は、原料を S 1 方向とは逆方向にスクリュ本体 2 0 p の基端から先端に向かって搬送させるように、ねじれている。この結果、当該原料は、障壁部 5 9 a によって、その流動が堰き止められる。

10

【 0 1 2 8 】

原料の流動が堰き止められることで、当該原料に加わる圧力が高められる。特に図示しないが、本変形例も上記した実施形態と同様に、障壁部 5 9 a の直前で、原料の充填率が 1 0 0 % となっており、当該原料の圧力が上昇している。圧力上昇した原料は、入口 6 5 から通路本体 6 6 に連続的に流入し、当該通路本体 6 6 内を、S 1 方向と同方向に、スクリュ本体 2 0 p の先端から基端に向かって S 2 方向に流通する。S 2 方向に流通する間、原料には、上記した「伸長作用」が付与される。

【 0 1 2 9 】

通路本体 6 6 を通過した原料は、出口 6 7 からスクリュ本体 2 0 p の外周面 3 6 s に流出する。スクリュ本体 2 0 p には、上記した搬送部 5 8 と障壁部 5 9 a が軸方向に交互に並んでいるため、上記したような一連のせん断・伸長動作が繰り返されることで、シリンダ 2 1 a 内の原料は、せん断流動と伸長流動とが繰り返された状態で、スクリュ本体 2 0 p の先端から基端に向かって連続的に搬送される。これにより、原料の混練の度合いが強化される。

20

【 0 1 3 0 】

そして、基端障壁部 5 9 b に隣接した搬送部 5 8 の出口 6 7 からは、ナノレベルに混練された混練物が流出する。流出した混練物は、当該搬送部 5 8 のフライト 6 0 によって S 1 方向に搬送された後、その搬送が基端障壁部 5 9 b によって制限されつつ、吐出口 3 3 から連続的に押し出される。

【 0 1 3 1 】

なお、本変形例に係る第 2 の押出機 3、並びに、押出機用スクリュ 2 0 の効果については、上記した一実施形態と同様であるため、その説明は省略する。

30

【 0 1 3 2 】

「その他の変形例」

上記した一実施形態では、通路 6 4 (具体的には、通路本体 6 6) をスクリュ本体 2 0 p (筒体 3 6) の内部に構成した場合を想定したが、これに代えて、スクリュ本体 2 0 p を構成する各筒体 3 6 の内周面に沿って回転軸 3 7 の支持部 3 9 を貫通させたときに、各筒体 3 6 と回転軸 3 7 との境界部分に通路 6 4 (通路本体 6 6) が構成されるようにしてもよい。なお、本変形例の構成として、図 1 5 ないし図 1 8 には、図 7 に対応した部分の構成が示されている。

40

【 0 1 3 3 】

図 1 5 に示された通路 6 4 は、筒体 3 6 の内周面の一部を軸方向に沿って凹状に窪ませた壁面 5 2 a によって構成されている。この場合、筒体 3 6 の内周面に回転軸 3 7 (支持部 3 9) を貫通させることで、壁面 5 2 a と支持部 3 9 の外周面とで囲まれた通路 6 4 を規定することができる。

【 0 1 3 4 】

図 1 6 に示された通路 6 4 は、回転軸 3 7 (支持部 3 9) の外周面の一部を軸方向に沿って凹状に窪ませた壁面 5 2 b によって構成されている。この場合、筒体 3 6 の内周面に回転軸 3 7 (支持部 3 9) を貫通させることで、壁面 5 2 b と筒体 3 6 の内周面とで囲まれた通路 6 4 を規定することができる。

50

【 0 1 3 5 】

図 1 7 に示された通路 6 4 は、キー 5 1 の外周面の一部を軸方向に沿って凹状に窪ませた壁面 5 2 c によって構成されている。この場合、筒体 3 6 の内周面に回転軸 3 7 (支持部 3 9) を貫通させることで、壁面 5 2 c とキー溝 5 3 の溝底面とで囲まれた通路 6 4 を規定することができる。

【 0 1 3 6 】

いずれの通路 6 4 においても、外部に露出した部分を凹状に加工するだけで、壁面 5 2 a , 5 2 b , 5 2 c を形成することができるため、形成作業を容易に行うことができる。この場合、凹状の壁面 5 2 a , 5 2 b , 5 2 c の形状として、例えば、半円形状、三角形、楕円形状、矩形など各種の形状を適用することができる。

10

【 0 1 3 7 】

また、上記した一実施形態では、スクリュ本体 2 0 p を、複数の筒体 3 6 と回転軸 3 7 とによって構成したが、これに代えて、図 1 8 に示すように、真っ直ぐな 1 本の軸状部材 2 0 t によってスクリュ本体 2 0 p を構成してもよい。この場合、当該ソリッドなスクリュ本体 2 0 p の外周面に上記した搬送部や障壁部が設けられるとともに、当該スクリュ本体 2 0 p の内部に上記した通路 6 4 が設けられる。なお、図面には一例として、軸線 4 1 に対して偏心した位置に設けられ、筒状の壁面 5 2 d によって規定された一对の通路 6 4 が示されているが、これにより各通路 6 4 の配置が限定されるものではない。

【 0 1 3 8 】

また、上記した一実施形態では、両端が完全に閉塞された通路 6 4 を想定したが、これに代えて、両端が開放可能な通路 6 4 を適用してもよい。かかる通路 6 4 は、次のような形成方法を適用することができる。すなわち、スクリュ本体 2 0 p を軸方向に貫通させた通路構成部を予め形成する。次に、かかる一連の通路構成部に沿って、複数の閉塞体を互いに間隔を存して抜き出し可能に挿入する。これにより、隣り合う閉塞体によって両端が開放可能な通路構成部が形成される。そして、通路構成部の両側をスクリュ本体 2 0 p の外周面 3 6 s に開口させることで、本変形例に係る通路 6 4 を形成することができる。

20

【 0 1 3 9 】

上記した一実施形態では、第 2 の押出機 3 として、1 本の押出機用スクリュ 2 0 を搭載した単軸押出機を想定したが、これに代えて、第 2 の押出機 3 を、2 本の押出機用スクリュ 2 0 を搭載した 2 軸押出機として構成してもよい。

30

【 0 1 4 0 】

ところで、上記した一実施形態において、図 6 および図 9 には、通路本体 6 6 の両側が、入口 6 5 および出口 6 7 の底部 6 5 a , 6 7 a から外れた位置で、当該入口 6 5 および出口 6 7 に接続された通路 6 4 が示されている。しかし、通路本体 6 6 と、入口 6 5 および出口 6 7 との接続関係は、上記した一実施形態に限定されることは無く、以下のような接続関係も本発明の技術的範囲に含まれる。

【 0 1 4 1 】

図 1 9 ないし図 2 4 には一例として、通路本体 6 6 の両側が、入口 6 5 および出口 6 7 の底部 6 5 a , 6 7 a に接続された通路 6 4 が示されている。具体的には、通路本体 6 6 の一方側、すなわち、上記した第 1 の部分 6 6 a の他端が、入口 6 5 の底部 6 5 a に接続されている。さらに、通路本体 6 6 の他方側、すなわち、上記した第 2 の部分 6 6 b の他端が、出口 6 7 の底部 6 7 a に接続されている。

40

【 0 1 4 2 】

図 1 9 (A) , (B) および図 2 0 (A) , (B) には、第 1 変形例に係る通路 6 4 が示されている。当該通路 6 4 において、入口 6 5 の底部 6 5 a には、通路本体 6 6 の一方側 (第 1 の部分 6 6 a の他端) の端面が接続されている。底部 6 5 a には、通路本体 6 6 (第 1 の部分 6 6 a) に連通した 1 つの開口 6 5 b が形成されている。一方、出口 6 7 の底部 6 7 a には、通路本体 6 6 の他方側 (第 2 の部分 6 6 b の他端) の端面が接続されている。底部 6 7 a には、通路本体 6 6 (第 2 の部分 6 6 b) に連通した 1 つの開口 6 7 b が形成されている。

50

【0143】

入口65の1つの開口65bは、スクリュ本体20pの外周面36sに向かって未広がり形状となった底部65aに対向した領域に形成されている。一方、出口67の1つの開口67bは、スクリュ本体20pの外周面36sに向かって未広がり形状となった底部67aに対向した領域に形成されている。

【0144】

この場合、入口65に流入した原料は、底部65aの傾斜に沿って開口65bに向けて案内される。この結果、原料は、当該入口65内で滞留すること無く、その全てが連続して円滑に通路本体66に流入する。通路本体66を通過した原料は、続いて、出口67に流入する。出口67に流入した原料は、底部67aの傾斜に沿ってスクリュ本体20pの外周面36sに向けて案内される。この結果、原料は、当該出口67内で滞留すること無く、その全てが連続して円滑にスクリュ本体20pの外周面36sに流出する。

10

【0145】

これにより、通路64内で原料が局所的に滞留するのを回避しつつ、当該通路64を通過する原料に対して、漏れ無かつ満遍無く連続的に伸長作用を付与することができる。

【0146】

図21(A),(B)および図22(A),(B)には、第2変形例に係る通路64が示されている。当該通路64において、入口65の底部65aには、通路本体66の一方側(第1の部分66aの他端)の端面66s寄りの部分、すなわち、端面66sの手前の部分が接続されている。底部65aには、通路本体66(第1の部分66a)に連通した2つの開口65bが形成されている。一方、出口67の底部67aには、通路本体66の他方側(第2の部分66bの他端)の端面66s寄りの部分、すなわち、端面66sの手前の部分が接続されている。底部67aには、通路本体66(第2の部分66b)に連通した2つの開口67bが形成されている。

20

【0147】

入口65の2つの開口65bは、スクリュ本体20pの外周面36sに向かって未広がり形状となった底部65aに対向した領域に形成されている。一方、出口67の2つの開口67bは、スクリュ本体20pの外周面36sに向かって未広がり形状となった底部67aに対向した領域に形成されている。なお、第2変形例に係る通路64の作用および効果は、上記した第1変形例に係る通路64と同様であるため、その説明は省略する。

30

【0148】

上記した一実施形態および変形例において、入口65および出口67の開口方向は、軸線41に直交する方向を想定しているが、これに限定されることは無い。例えば、図23(A),(B)および図24(A),(B)に示すように、入口65および出口67の開口方向を、軸線41を交差する方向(点線で示す方向)に設定してもよい。この場合、通路本体の両側から複数方向に開口し、これにより、複数の入口65,65-1および複数の出口67,67-1を設けるようにしてもよい。

【0149】

さらに、入口65については、これをスクリュ本体20pの外周面36sよりも窪ませて構成することが好ましい。これにより、さらに原料を入口65に流入し易くすることができる。

40

【0150】

さらに、上記した実施形態および変形例では、軸線41に平行な通路本体66を備えた通路64を想定しているが、これに限定されることは無く、軸線41と交差する通路本体66を備えた通路64も本発明の技術的範囲に含まれる。例えば、出口67を無くすることで、一方側が入口65に接続された通路本体66の他方側を、直接、スクリュ本体20p(筒体36)の外周面36sに開口させる。この場合、一方側から他方側に向かって上り勾配を有する通路本体66が構成される。

【0151】

かかる構成によれば、入口65から通路本体66に流入した原料は、スクリュ本体20

50

pの回転時の遠心作用を受けることで、さらに円滑に通路本体66を流通し、スクリュ本体20p(筒体36)の外周面36sに流出する。このとき、原料に対して、さらに効率よく連続的に伸長作用が付与される。この結果、原料の混練の度合いを、さらに強化させることができる。

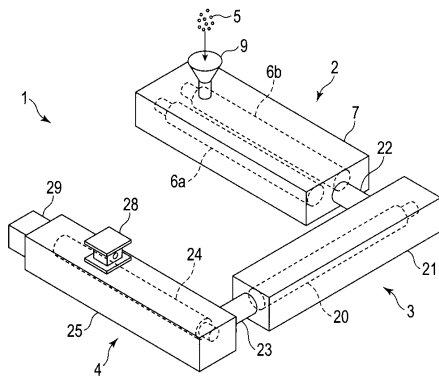
【符号の説明】

【0152】

20... 押出機用スクリュ、20p... スクリュ本体、36... 筒体、37... 回転軸、
 38... 連結部、39... 支持部、40... ストップ部、41... 軸線、42... 搬送部、
 43... 障壁部、44... 吐出用搬送部、45... フライト、46... フライト、47... 隙間、
 48... 障壁用フライト、64... 通路、65... 入口、66... 通路本体、67... 出口。

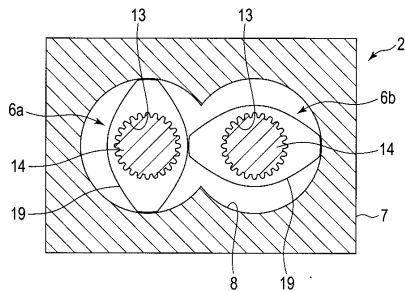
【図1】

図1



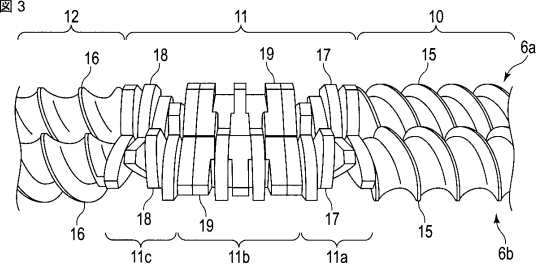
【図2】

図2



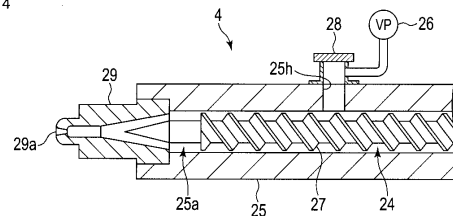
【図3】

図3



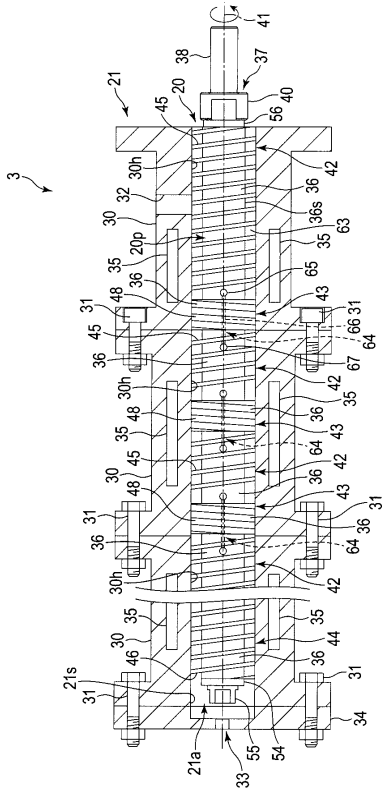
【図4】

図4



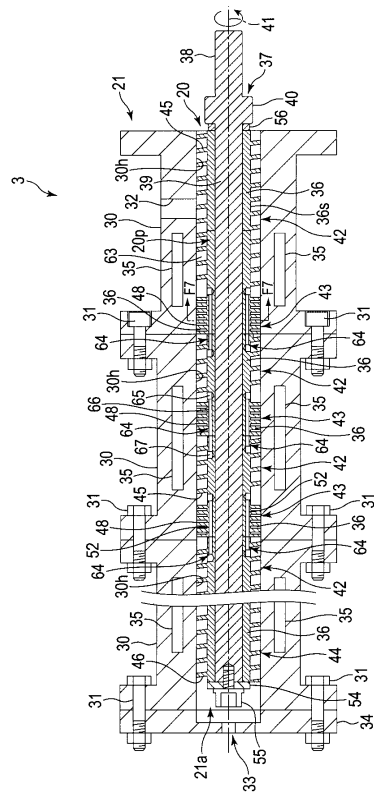
【図 5】

図 5



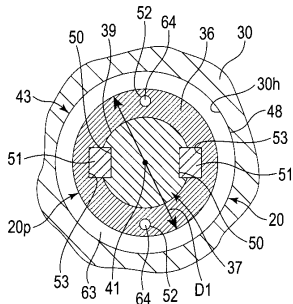
【図 6】

図 6



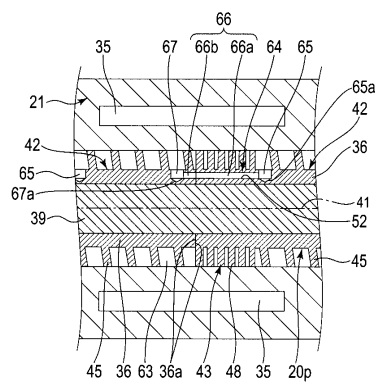
【図 7】

図 7



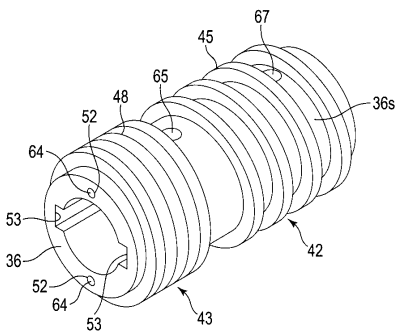
【図 9】

図 9



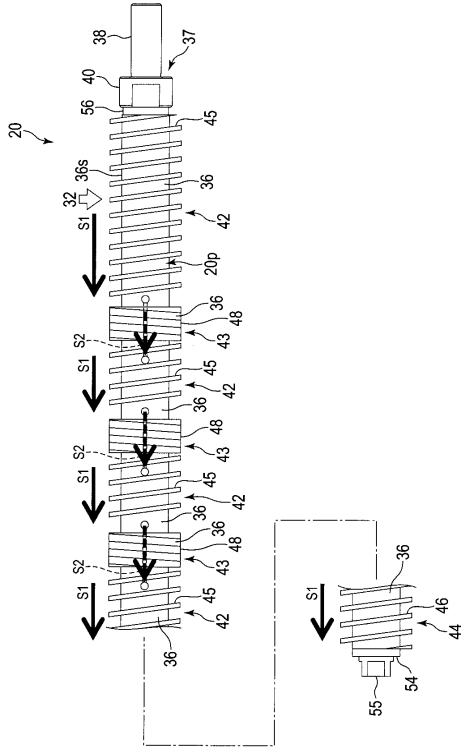
【図 8】

図 8



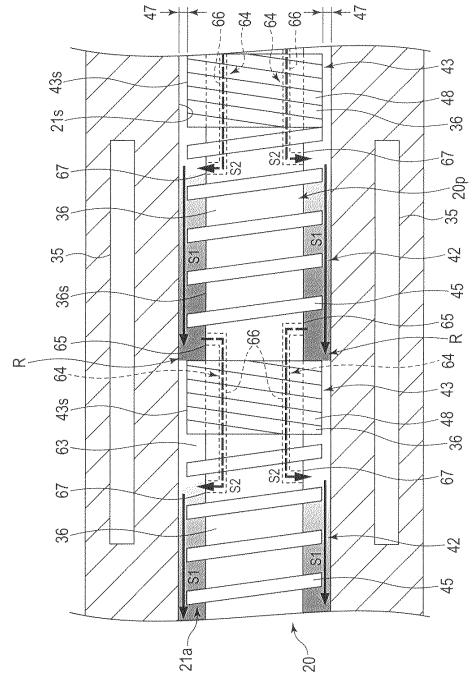
【図 10】

図 10



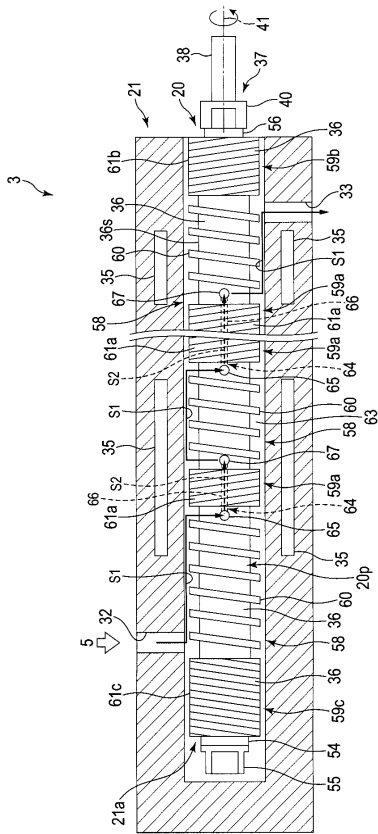
【図 11】

図 11



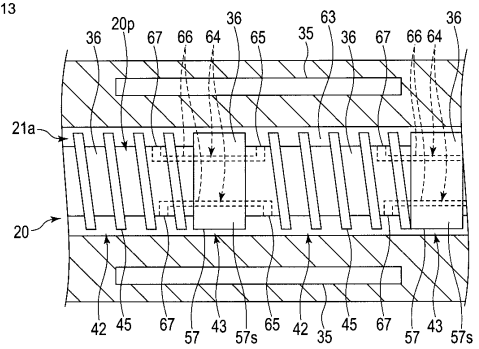
【図 12】

図 12



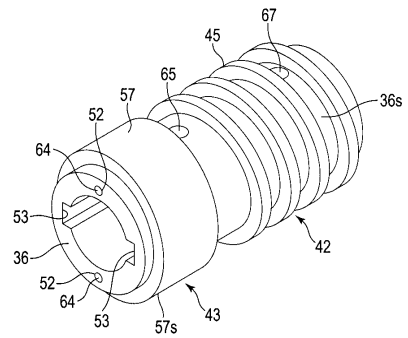
【図 13】

図 13



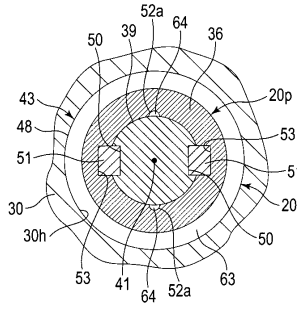
【図 14】

図 14



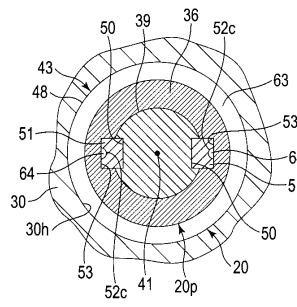
【 15 】

图 15



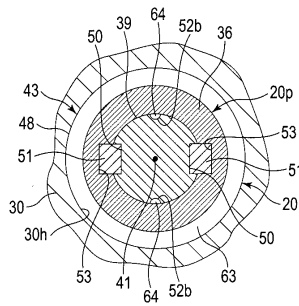
【 17 】

图 17



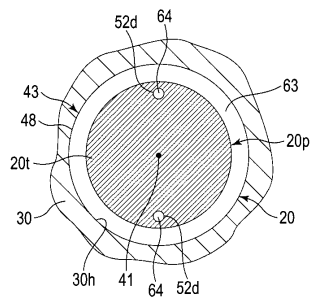
【 16 】

图 16



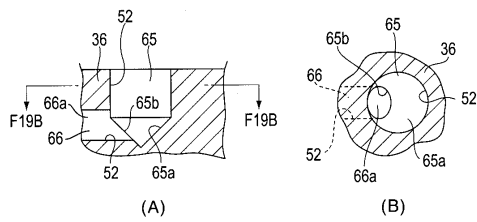
【 18 】

图 18



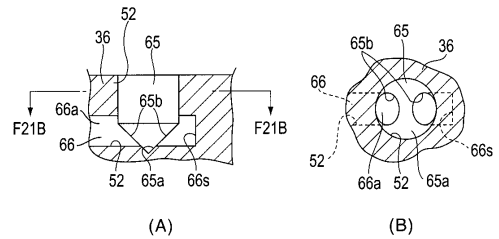
【 19 】

图 19



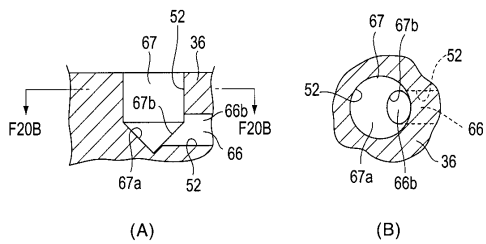
【 21 】

图 21



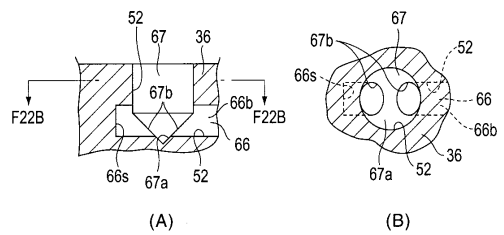
【 20 】

图 20



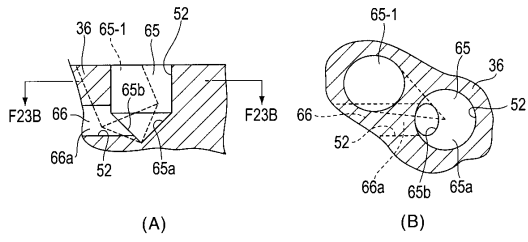
【 22 】

图 22



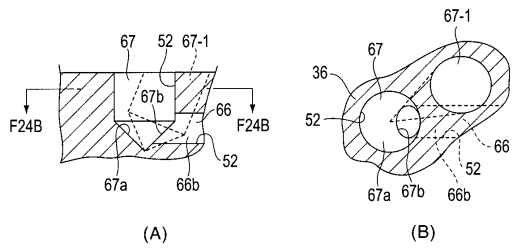
【 図 2 3 】

図 23



【 図 2 4 】

図 24



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 国立研究開発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 今井 拓也

(56)参考文献 国際公開第2012/029271(WO, A1)

特開2010-105285(JP, A)

特開2009-45804(JP, A)

特開昭58-25943(JP, A)

米国特許第4302409(US, A)

特開昭57-41932(JP, A)

特開平7-88923(JP, A)

米国特許第4637790(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 48/395

B29C 48/40