

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7288378号

(P7288378)

(45)発行日 令和5年6月7日(2023.6.7)

(24)登録日 令和5年5月30日(2023.5.30)

(51)国際特許分類

F I

B 2 9 C 48/60 (2019.01)

B 2 9 C 48/60

B 2 9 B 7/48 (2006.01)

B 2 9 B 7/48

B 2 9 C 48/415 (2019.01)

B 2 9 C 48/415

請求項の数 15 (全13頁)

(21)出願番号	特願2019-181458(P2019-181458)	(73)特許権者	000004215
(22)出願日	令和1年10月1日(2019.10.1)		株式会社日本製鋼所
(65)公開番号	特開2021-54011(P2021-54011A)		東京都品川区大崎一丁目11番1号
(43)公開日	令和3年4月8日(2021.4.8)	(74)代理人	100103894
審査請求日	令和4年7月13日(2022.7.13)		弁理士 家入 健
		(72)発明者	石川 誠
			東京都品川区大崎一丁目11番1号 株
			式会社日本製鋼所内
		(72)発明者	矢田 恭平
			東京都品川区大崎一丁目11番1号 株
			式会社日本製鋼所内
		(72)発明者	清水 陽平
			東京都品川区大崎一丁目11番1号 株
			式会社日本製鋼所内
		(72)発明者	栗原 正夫
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 樹脂用押出機、ロータ型スクリュ及び樹脂製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリンダと、

前記シリンダ内に配置され、樹脂材料を混練するロータ型スクリュと、を備え、

前記ロータ型スクリュは、軸線方向に垂直な断面で、フライトの山頂部が、回転方向の前方の点から後方の点に向かって前記山頂部と前記シリンダの内面との間隙の大きさが漸次増加するように形成されている、樹脂用押出機。

【請求項2】

前記前方の点の前記間隙の大きさと前記後方の点の前記間隙の大きさとの比の値が $\frac{1}{2}$ 以下である、請求項1に記載の樹脂用押出機。

【請求項3】

前記前方の点の前記間隙の大きさが前記シリンダの径の $\frac{1}{10}$ 以下である、請求項1または2に記載の樹脂用押出機。

【請求項4】

前記フライトのリードが前記シリンダの直径の4倍以上である、請求項1から3のいずれか一項に記載の樹脂用押出機。

【請求項5】

前記山頂部と前記シリンダの内面との間隙の大きさは、回転方向の前方の点から後方の点に向かって漸次増加した後に漸次減少するように形成されている、

請求項1から4のいずれか一項に記載の樹脂用押出機。

【請求項 6】

軸線方向に垂直な断面で、フライトの山頂部が、回転方向の前方の点から後方の点に向かって前記山頂部とシリンダの内面との間隙の大きさが漸次増加するように形成されている、樹脂を混練する押出機用のロータ型スクリュ。

【請求項 7】

前記前方の点の前記間隙の大きさと前記後方の点の前記間隙の大きさととの比の値が $1/2$ 以下である、請求項 6 に記載のロータ型スクリュ。

【請求項 8】

前記前方の点の前記間隙の大きさが前記シリンダの径の $1/10$ 以下である、請求項 6 又は 7 に記載のロータ型スクリュ。

【請求項 9】

前記フライトのリードが前記シリンダの直径の 4 倍以上である、請求項 6 から 8 のいずれか一項に記載のロータ型スクリュ。

【請求項 10】

前記山頂部と前記シリンダの内面との間隙の大きさは、回転方向の前方の点から後方の点に向かって漸次増加した後に漸次減少するように形成されている、請求項 6 から 9 のいずれか一項に記載のロータ型スクリュ。

【請求項 11】

シリンダ内に配置され、軸線方向に垂直な断面で、フライトの山頂部が、回転方向の前方の点から後方の点に向かって前記山頂部と前記シリンダの内面との間隙の大きさが漸次増加するように形成されているロータ型スクリュを回転させて、前記間隙に存在する樹脂材料を前記回転方向の前方から後方に向かって細長く伸長させるようにする、樹脂製造方法。

【請求項 12】

前記前方の点の前記間隙の大きさと前記後方の点の前記間隙の大きさととの比の値が $1/2$ 以下である、請求項 11 に記載の樹脂製造方法。

【請求項 13】

前記前方の点の前記間隙の大きさが前記シリンダの径の $1/10$ 以下である、請求項 11 または 12 に記載の樹脂製造方法。

【請求項 14】

前記フライトのリードが前記シリンダの直径の 4 倍以上である、請求項 11 から 13 のいずれか一項に記載の樹脂製造方法。

【請求項 15】

前記ロータ型スクリュは、山頂部と前記シリンダの内面との間隙の大きさが、回転方向の前方の点から後方の点に向かって漸次増加した後に漸次減少するように形成されている、請求項 11 から 14 のいずれか一項に記載の樹脂製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、樹脂用押出機、ロータ型スクリュ及び樹脂製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

樹脂材料の混合プロセスや脱揮プロセスに用いられる押出機が知られている。押出機は、例えば特許文献 1 に記載されているように、シャフトに嵌められたスクリュを有し、スクリュはシャフトの軸方向において、機能別に分割されている。具体的には、樹脂材料の投入部には主に樹脂材料を搬送するためのスクリュが設けられ、その下流側には樹脂材料の可塑化や混練を行うためのスクリュが設けられている。さらにその下流側には混練された樹脂材料をダイ（吐出口）に向けて搬送するスクリュが設けられている。樹脂材料の可塑化や混練を行うためのスクリュとして、ニーディングディスク型スクリュ、あるいは、ロータ型スクリュが知られている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2010-162511号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

樹脂材料を混練するロータ型スクリュを備えた樹脂用押出機の混練性能を向上させる必要がある。

【0005】

その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0006】

一実施の形態に係る樹脂用押出機は、シリンダと、前記シリンダ内に配置され、樹脂材料を混練するロータ型スクリュと、を備え、前記ロータ型スクリュは、軸線方向に垂直な断面で、フライトの山頂部が、回転方向の前方の点から後方の点に向かって前記山頂部と前記シリンダの内面との間隙が変化するように形成されている。

【発明の効果】

【0007】

前記一実施の形態によれば、樹脂材料の混練性能を効率的に向上させることができる樹脂用押出機を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施の形態1に係る押出成形機及び成形品の製造方法の概要を示す模式的断面図である。

【図2】図1に示すロータ型スクリュの破線Aで囲んだ部分の拡大図である。

【図3】比較例1に係るロータ型スクリュの軸線方向に垂直な断面の形状を示す図である。

【図4】図3の破線Bで囲った領域の拡大図である。

【図5】実施の形態1に係るロータ型スクリュの軸線方向に垂直な断面の形状を示す図である。

【図6】図5の破線Cで囲った領域の拡大図である。

【図7】実施の形態1に係るロータ型スクリュにより樹脂材料に及ぼされる伸長変形の作用について説明する模式図である。

【図8】実施の形態1に係るロータ型スクリュと比較例に係るロータ型スクリュの混練性能を比較した試験の結果を示すグラフである。

【図9】実施の形態1に係るロータ型スクリュの形状の変形例1について説明する図である。

【図10】変形例1に係るロータ型スクリュにより樹脂材料に及ぼされる伸長変形の作用について説明する模式図である。

【図11】実施の形態1に係るロータ型スクリュの形状の変形例2について説明する図である。

【図12】実施の形態1に係るロータ型スクリュの形状の変形例3について説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。ただし、以下の実施の形態に限定される訳ではない。説明を明確にするため、以下の記載及び図面は、適宜簡略化されている。各図面において、同一の要素には同一の符号が付されており、必要に応じて重複説明は省略されている。また、図面が煩雑にならないように、ハッチングが省略されている部分がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

(実施の形態 1)

<樹脂用押出機の全体構成>

まず、図 1 を参照して、実施の形態 1 に係る樹脂用押出機の全体構成について説明する。

【 0 0 1 1 】

図 1 は、実施の形態 1 に係る樹脂用押出機の構成を例示した側面図である。図 1 に示すように、樹脂用押出機 1 は、例えば樹脂用の連続式二軸スクリュ押出機である。樹脂用押出機 1 は、駆動部 1 0、減速機 1 1、シリンダ 2 0、スクリュ 2 1 及び 2 2 を備えている。樹脂用押出機 1 は、樹脂材料 5 1 の混合プロセスや脱揮プロセスなどに用いられる。

【 0 0 1 2 】

ここで、樹脂用押出機 1 の説明の便宜のために、X Y Z 直交座標軸系を導入する。例えば、シリンダ 2 0 が延びる方向を X 軸方向とし、X 軸方向に直交する 2 方向を、Y 軸方向及び Z 軸方向とする。例えば、Z 軸方向は、鉛直方向であり、X Y 平面は、水平面である。また、+ Z 軸方向は、上方であり、樹脂用押出機 1 で樹脂材料 5 1 が押し出される方向を + X 軸方向とする。ここで、鉛直方向及び水平方向は、厳密な鉛直方向及び水平方向に、樹脂用押出機 1 を設置する際の不可避な誤差を含む意味で用いている。

【 0 0 1 3 】

駆動部 1 0 は、シリンダ 2 0 の一端側、例えば、シリンダ 2 0 の - X 軸方向側に配置されている。駆動部 1 0 は、スクリュ 2 1 及び 2 2 を回転させる。駆動部 1 0 は、例えば、モータである。減速機 1 1 は、駆動部 1 0 とスクリュ 2 1 及び 2 2 との間に配置されている。減速機 1 1 は、駆動部 1 0 の回転を調整してスクリュ 2 1 及び 2 2 に伝達させる。よって、スクリュ 2 1 及び 2 2 は、減速機 1 1 で調整された駆動部 1 0 の動力源によって回転する。

【 0 0 1 4 】

シリンダ 2 0 は、X 軸方向に延びた筒状の部材である。シリンダ 2 0 は、内部に中空部を有している。シリンダ 2 0 の内部には、2 つのスクリュ 2 1 及び 2 2 が収容されている。シリンダ 2 0 の - X 軸方向側の上方には、樹脂材料 5 1 を投入するためのホッパ 1 3 が設けられている。シリンダ 2 0 の + X 軸方向側端部には混練された樹脂材が排出される排出口 1 4 が設けられている。

【 0 0 1 5 】

スクリュ 2 1 及び 2 2 は、シリンダ 2 0 の - X 軸方向側の開口部から挿入されている。スクリュ 2 1 及び 2 2 の - X 軸方向側の根元部は、シリンダ 2 0 の開口部から外側に出ており、減速機 1 1 を介して駆動部 1 0 に接続されている。スクリュ 2 1 は、X 軸方向に延びた回転軸 3 7 を中心に回転する。スクリュ 2 2 は、スクリュ 2 1 に対して Y 軸方向に隣接した位置で X 軸方向に延びた回転軸 3 8 を中心に回転する。回転軸 3 7 と回転軸 3 8 は、Y 軸方向に間隔を空けて平行に配置されている。

【 0 0 1 6 】

シリンダ 2 0 の内面は、スクリュ 2 1 及び 2 2 の外周縁が回転する軌跡に沿った円筒内面を含んでいる。おおまかに言えば、スクリュ 2 1 の外周縁が回転する軌跡に沿った円筒内面と、スクリュ 2 2 の外周縁が回転する軌跡に沿った円筒内面と、が結合したものとなっている。例えば、シリンダ 2 0 の内面の X 軸に直交する断面（軸線方向に垂直な断面）は、2 つの円の一部が結合した 8 の字状となっている。

【 0 0 1 7 】

スクリュ 2 1 は、樹脂材料を搬送するための上流側搬送スクリュ 3 1、下流側搬送スクリュ 3 5、上流側搬送スクリュ 3 1 と下流側搬送スクリュ 3 5 の間に配置され樹脂材料を混練するためのロータ型スクリュ 3 3 から構成される。スクリュ 2 2 は、スクリュ 2 1 の - Y 軸方向側に配置されている。スクリュ 2 2 は、樹脂材料を搬送するための上流側搬送スクリュ 3 2 及び下流側搬送スクリュ 3 6、上流側搬送スクリュ 3 2 と下流側搬送スクリュ 3 6 の間に配置され樹脂材料を混練するためのロータ型スクリュ 3 4 から構成される。

【 0 0 1 8 】

10

20

30

40

50

< ロータ型スクリュの構成 >

次に、ロータ型スクリュ 33 及び 34 の構成について説明する。

図 2 は、図 1 に示すロータ型スクリュの破線 A で囲んだ部分の拡大図である。図 2 に示すように、ロータ型スクリュ 33 及び 34 は、フライト 33 a 及び 34 a が軸線に対し螺旋状にねじれた形状を有する。フライト 33 a 及び 34 a は、山頂部 33 b 及び 34 b を有している。また、ロータ型スクリュ 33 及び 34 には、回転軸 37 及び 38 (図 1 参照) と嵌め合う穴 33 c 及び 34 c が形成されている。ロータ型スクリュ 33 及び 34 の外径や形状は同じである。

【 0 0 1 9 】

< 樹脂用押出機の動作 >

次に、実施の形態 1 に係る樹脂用押出機 1 の動作について説明する。なお、以下の説明では、図 1 について適宜参照する。

ホッパ 13 からシリンダ 20 に粉末の状態で投入された樹脂材料 51 は、上流側搬送スクリュ 31 及び 32 によって + X 軸方向に移送され、シリンダ 20 の内部において、シリンダ 20 に取付けられた図示しないヒータからの熱およびロータ型スクリュ 33 及び 34 によって混練されることにより熔融する。混練された樹脂は、下流側搬送スクリュ 35 及び 36 によってさらに + X 軸方向に搬送されて排出口 14 から排出される。

【 0 0 2 0 】

< 比較例 1 に係るロータ型スクリュの形状 >

次に、発明者が事前に検討した比較例 1 に係るロータ型スクリュについて説明する。

図 3 は、比較例 1 に係るロータ型スクリュの軸線方向に垂直な断面の形状を示す図である。当該断面は、図 1 に示す樹脂用押出機 1 の V - V 線に沿う断面に相当する。図 3 に示すように、ロータ型スクリュ 533 は矢印 R 51 の方向に回転し、ロータ型スクリュ 534 は矢印 R 52 の方向に回転する。ロータ型スクリュ 533 及び 534 の外径や形状は同じである。よって、以下ではロータ型スクリュ 533 を例に形状を説明する。

【 0 0 2 1 】

図 4 は、図 3 の破線 B で囲った領域の拡大図である。図 4 に示すように、ロータ型スクリュ 533 は、フライト 533 a の山頂部 533 b が、シリンダ 20 の内面と対向する状態で、回転方向の前方の点から後方の点に向かって、山頂部 533 b とシリンダ 20 の内面との間隙が一定になるように形成されている。以下、山頂部 533 b とシリンダ 20 の内面との間隙を、単に間隙と呼ぶ。フライト 533 a の山頂部 533 b の回転方向 R 51 の前方の点 P 51 の間隙の大きさ (間隙の幅) W 51 と、中間の点 P 52 の間隙の大きさ W 52 と、後方の点 P 53 の間隙の大きさ W 53 は同じである。

【 0 0 2 2 】

本願の発明者は、混練または分散させるのが難い樹脂材料である場合、樹脂用押出機 1 に、比較例 1 に係るロータ型スクリュ 533 及び 534 を用いると、樹脂の温度を過剰に上昇させることなく十分に混練・分散させるのが困難な場合があることを見いだした。ここで、混練または分散させるのが難い樹脂材料とは、例えば、粘度差のある複数の樹脂あるいは凝集力の強いフィラーなどである。

【 0 0 2 3 】

樹脂用押出機では、樹脂材料の混練または分散において、剪断変形および伸長変形を樹脂材料に作用させることが重要である。樹脂材料を剪断変形させた場合、樹脂材料に付与されたエネルギーが、樹脂材料の混練または分散に使われるだけでなく、樹脂材料の回転にも使われる。樹脂材料を回転させる際に熱が生じるので、樹脂材料を剪断変形させた場合には樹脂材料の温度が上昇する。これに対し、樹脂材料を伸長変形させた場合には、樹脂材料に付与されたエネルギーが、主として樹脂材料の混練または分散に使われる。つまり、樹脂材料を、伸長変形させた場合の方が、剪断変形させた場合よりも発熱が抑制され、より効率的に混練または分散させることができる。上述した、樹脂用押出機 1 に比較例 1 に係るロータ型スクリュ 533 及び 534 を用いた場合では、樹脂材料に対して伸長変形を十分に作用させることができないと推測される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

< 実施の形態 1 に係るロータ型スクリュの形状 >

次に、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュについて説明する。

図 5 は、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュの軸線方向に垂直な断面の形状を示す図である。当該断面は、図 1 に示す樹脂用押出機 1 の V - V 線に沿う断面に相当する。図 5 に示すように、ロータ型スクリュ 3 3 は矢印 R 1 の方向に回転し、ロータ型スクリュ 3 4 は矢印 R 2 の方向に回転する。ロータ型スクリュ 3 3 及び 3 4 の外径や形状は同じである。よって、以下ではロータ型スクリュ 3 3 を例に形状を説明する。

【 0 0 2 5 】

図 6 は、図 5 の破線 C で囲った領域の拡大図である。図 6 に示すように、ロータ型スクリュ 3 3 は、フライト 3 3 a の山頂部 3 3 b が、シリンダ 2 0 の内面と対向する状態で、回転方向の前方の点から後方の点に向かって、山頂部 3 3 b とシリンダ 2 0 の内面との間隙が変化するように形成されている。以下、山頂部 3 3 b とシリンダ 2 0 の内面との間隙を、単に間隙と呼ぶ。ここでは、ロータ型スクリュ 3 3 は、軸線方向に垂直な断面で、フライト 3 3 a の山頂部 3 3 b が、前方の点 P 1 から後方の点 P 2 に向かって間隙の大きさが漸次減少するように形成されている。すなわち、山頂部 3 3 b の回転方向 R 1 の後方の点 P 2 の間隙の大きさ W 2 の方が前方の点 P 1 の間隙の大きさ W 1 よりも小さくなっている。

10

【 0 0 2 6 】

図 7 は、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュにより樹脂材料に及ぼされる伸長変形的作用について説明する模式図である。図 7 に示すように、ロータ型スクリュ 3 3 が矢印 R 1 の方向に回転すると、間隙に存在する樹脂材料は矢印 f 1 の方向に流れる。間隙に存在する樹脂材料は応力及び圧力が高い状態になっている。間隙の入口にある樹脂材料の母材であるマトリックス M 1 は、先細りの流路において、応力及び圧力が高く流れ抵抗が大きい状況下で矢印 f 1 の方向に押し流されると、矢印 f 1 の方向に細長く伸長されて、間隙の出口ではマトリックス M 2 のように変形する。ここで、間隙の入口はフライト 3 3 a の山頂部 3 3 b の回転方向の前方の点 P 1 の位置、間隙の出口はフライト 3 3 a の山頂部 3 3 b の回転方向の後方の点 P 2 の位置である。

20

【 0 0 2 7 】

このように、山頂部 3 3 b の回転方向の前方の点 P 1 から後方の点 P 2 に向かって間隙の大きさが漸次減少すると、間隙を通過する樹脂材料の母材が伸長される。樹脂材料の母材が伸長されると、母材は崩れやすくなるので、樹脂材料の構成成分である複数の母材の混練が促進される。

30

【 0 0 2 8 】

< 混練性能の比較試験 >

次に、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュと比較例に係るロータ型スクリュの混練性能を比較した試験について説明する。

本試験では、樹脂用押出機として、日本製鋼所製の二軸スクリュ押出機 C M P 6 9 を用いた。二軸スクリュ押出機 C M P 6 9 のシリンダの内径は 6 9 m m であり、スクリュ回転速度は 2 4 0 r p m 、シリンダ設定温度は 2 0 0 、原料処理量は 3 0 0 k g / h に設定した。また、樹脂材料としてブロックコポリマーポリプロピレン (2 3 0 、 2 . 1 6 k g 荷重での M F R (M e l t F l o w R a t e) : 3) を使用した。

40

【 0 0 2 9 】

本試験では、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュを採用した樹脂用押出機で混練した押出吐出物と、比較例に係るロータ型スクリュを採用した樹脂用押出機で混練した押出吐出物で、それぞれフィルムを作製した。そして、作製したそれぞれのフィルムについて、単位面積あたりに含まれるゲル数を数えた。フィルム中のゲルは、混練物中の粘度の高い成分あるいは分子量の高い成分の母材 (マトリックス) の混練または分散が不十分な程、発生する。つまり、フィルム中の単位面積あたりのゲル数が少ないほど、混練性能が高いと判断することができる。

50

【 0 0 3 0 】

また、本試験では、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュを採用した樹脂用押出機と、比較例に係るロータ型スクリュを採用した樹脂用押出機のそれぞれについて、押出機の比エネルギー（SEI）[kWh/kg]を変更した。SEIは、押出機の消費動力[kW]を押出機の処理量[kg/h]で除したもので、押出機が樹脂材料に付与したエネルギーの指標である。SEIの変更は、二軸スクリュ押出機CMP69の混練部下流に設置されている絞りバルブの開度を調節することにより行った。

【 0 0 3 1 】

図 8 は、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュと比較例に係るロータ型スクリュの混練性能を比較した試験の結果を示すグラフである。図中で、横軸はSEI[kWh/kg]であり、縦軸はフィルム中の単位面積あたりのゲル数[gel/m²]である。図中に示されている、実線は、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュを採用した樹脂用押出機の結果より得られた近似線であり、破線は、比較例に係るロータ型スクリュを採用した樹脂用押出機の結果より得られた近似線である。図 8 に示す近似線より、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュを採用した場合、比較例に係るロータ型スクリュを採用した場合と比べて、SEIを同じにしたときに、フィルム中のゲル数が 20～50 パーセントほど低減していると推察することができる。

10

【 0 0 3 2 】

実施の形態 1 に係るロータ型スクリュを採用した場合と、比較例に係るロータ型スクリュを採用した場合で、SEIの値が同じであれば、樹脂材料に対して作用させる変形エネルギーはほぼ同じであると考えられる。よって、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュを採用した場合では、比較例に係るロータ型スクリュを採用した場合よりも、フィルム中のゲル数が大幅に低減していることから、樹脂材料に対して伸長変形を効果的に作用させることができているといえる。

20

【 0 0 3 3 】

なお、本願の発明者らは、本試験を通じて、山頂部 33b の回転方向の前方の点の間隙の大きさと後方の点の間隙の大きさとの比の値（前方の点の間隙の大きさ / 後方の点の間隙の大きさ）が 2 以上または 1 / 2 以下であるのが好ましいことを見いだした。また、本願の発明者らは、本試験を通じて、山頂部 33b の回転方向の前方の点の間隙の大きさと後方の点の間隙の大きさのいずれか小さい方がシリンダの径の 1 / 10 以下であるのが好ましいことを見いだした。さらに、本願の発明者らは、本試験を通じて、フライト 33a 及び 34a のリードがシリンダ 20 の直径の 4 倍以上であるのが好ましいことを見いだした。

30

【 0 0 3 4 】

< 実施の形態 1 に係るロータ型スクリュの形状の変形例 1 >

次に、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュ 33、34（図 5 及び図 6 参照）の変形例 1 について説明する。

【 0 0 3 5 】

図 9 は、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュの形状の変形例 1 について説明する図である。なお、図 9 は、図 6 の拡大図に対応する。また、ロータ型スクリュ 33、34 は同じ形状なので、変形例 1 は、ロータ型スクリュ 33 に対応するロータ型スクリュ 133 を例に説明する。図 9 に示すように、ロータ型スクリュ 133 は、軸線方向に垂直な断面で、フライト 133a の山頂部 133b が、前方の点 P11 から後方の点 P12 に向かって、山頂部 133b とシリンダ 20 の内面との間隙の大きさが漸次増加するように形成されている。以下、山頂部 133b とシリンダ 20 の内面との間隙を、単に間隙と呼ぶ。すなわち、山頂部 133b の回転方向 R11 の後方の点 P12 の間隙の大きさ W12の方が前方の点 P11 の間隙の大きさ W11 よりも大きくなっている。

40

【 0 0 3 6 】

図 10 は、変形例 1 に係るロータ型スクリュにより樹脂材料に及ぼされる伸長変形の作用について説明する模式図である。図 10 に示すように、ロータ型スクリュ 33 が矢印 R

50

1 1 の方向に回転すると、間隙に存在する樹脂材料は矢印 f 1 1 の方向に流れる。間隙に存在する樹脂材料は応力及び圧力が高い状態になっている。間隙の入口にあるマトリックス M 1 1 は、末広りの流路において、応力及び圧力が高く流れ抵抗が大きい状況下で矢印 f 1 1 の方向に押し流されると、矢印 f 1 1 の方向と略垂直な方向に細長く伸長されて、間隙の出口ではマトリックス M 1 2 のように変形する。ここで、間隙の入口はフライト 1 3 3 a の山頂部 1 3 3 b の回転方向の前方の点 P 1 1 の位置、間隙の出口はフライト 1 3 3 a の山頂部 1 3 3 b の回転方向の後方の点 P 1 2 の位置である。

【 0 0 3 7 】

このように、山頂部 1 3 3 b の回転方向の前方の点 P 1 1 から後方の点 P 1 2 に向かって間隙の大きさが漸次増加すると、間隙を通過する樹脂材料の母材が伸長される。樹脂材料の母材が伸長されると、母材は崩れやすくなるので、樹脂材料の構成成分である複数の母材の混練が促進される。

10

【 0 0 3 8 】

< 実施の形態 1 に係るロータ型スクリュの形状の変形例 2 >

次に、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュ 3 3、3 4 (図 5 及び図 6 参照) の変形例 2 について説明する。

【 0 0 3 9 】

図 1 1 は、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュの形状の変形例 2 について説明する図である。なお、図 1 1 は、図 6 の拡大図に対応する。また、ロータ型スクリュ 3 3、3 4 は同じ形状なので、変形例 2 は、ロータ型スクリュ 3 3 に対応するロータ型スクリュ 2 3 3 を例に説明する。図 1 1 に示すように、変形例 2 に係るロータ型スクリュ 2 3 3 は、フライト 2 3 3 a の山頂部 2 3 3 b の前方部分 2 3 3 b A が、図 9 に示す山頂部 1 3 3 b のように、前方の点 P 2 1 から後方の点 P 2 2 に向かって間隙の大きさが漸次増加するように形成されている。すなわち、山頂部 2 3 3 b の回転方向 R 2 1 の後方の点 P 2 2 の間隙の大きさ W 2 2 の方が前方の点 P 2 1 の間隙の大きさ W 2 1 よりも大きくなっている。

20

【 0 0 4 0 】

また、変形例 2 に係るロータ型スクリュ 2 3 3 は、フライト 2 3 3 a の山頂部 2 3 3 b の後方部分 2 3 3 b B が、図 6 に示す山頂部 3 3 b のように、前方の点 P 2 2 から後方の点 P 2 3 に向かって間隙の大きさが漸次減少するように形成されている。すなわち、山頂部 2 3 3 b の回転方向 R 2 1 の後方の点 P 2 3 の間隙の大きさ W 2 3 の方が前方の点 P 2 2 の間隙の大きさ W 2 2 よりも小さくなっている。

30

【 0 0 4 1 】

山頂部 2 3 3 b の回転方向の前方の点から後方の点に向かって間隙の大きさが変化すると、間隙を通過する樹脂材料に対して伸長変形を作用させることができる。これにより、樹脂材料の混練が促進される。

【 0 0 4 2 】

< 実施の形態 1 に係るロータ型スクリュの形状の変形例 3 >

に、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュ 3 3、3 4 (図 5 及び図 6 参照) の変形例 3 について説明する。

【 0 0 4 3 】

図 1 2 は、実施の形態 1 に係るロータ型スクリュの形状の変形例 3 について説明する図である。なお、図 1 2 は、図 6 の拡大図に対応する。また、ロータ型スクリュ 3 3、3 4 は同じ形状なので、変形例 3 は、ロータ型スクリュ 3 3 に対応するロータ型スクリュ 3 3 3 を例に説明する。図 1 2 に示すように、変形例 3 に係るロータ型スクリュ 3 3 3 は、フライト 3 3 3 a の山頂部 3 3 3 b の前方部分 3 3 3 b A が、図 6 に示す山頂部 3 3 b のように、前方の点 P 3 1 から後方の点 P 3 2 に向かって間隙の大きさが漸次減少するように形成されている。すなわち、山頂部 3 3 3 b の回転方向 R 3 1 の後方の点 P 3 2 の間隙の大きさ W 2 2 の方が前方の点 P 3 1 の間隙の大きさ W 3 1 よりも小さくなっている。

40

【 0 0 4 4 】

また、変形例 3 に係るロータ型スクリュ 3 3 3 は、フライト 3 3 3 a の山頂部 3 3 3 b

50

の後方部分 3 3 3 b B が、図 9 に示す山頂部 1 3 3 b のように、前方の点 P 3 2 から後方の点 P 3 3 に向かって間隙の大きさが漸次増加するように形成されている。すなわち、山頂部 3 3 3 b の回転方向 R 3 1 の後方の点 P 3 3 の間隙の大きさ W 3 3 の方が前方の点 P 3 2 の間隙の大きさ W 3 2 よりも大きくなっている。

【 0 0 4 5 】

山頂部 3 3 3 b の回転方向の前方の点から後方の点に向かって間隙の大きさが変化すると、間隙を通過する樹脂材料に対して伸長変形を作用させることができる。これにより、樹脂材料の混練が促進される。

【 0 0 4 6 】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は既に述べた実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能であることはいうまでもない。以上で説明した複数の例は、適宜組み合わせられて実施されることもできる。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

1 樹脂用押出機

1 0 駆動部

1 1 減速機

1 3 ホッパ

1 4 排出口

2 0 シリンダ

2 1、2 2 スクリュ

3 1、3 2 上流側搬送スクリュ

3 3、3 4、1 3 3、2 3 3、3 3 3 ロータ型スクリュ

3 5、3 6 下流側搬送スクリュ

3 3 a、1 3 3 a、2 3 3 a、3 3 3 a フライト

3 3 b、1 3 3 b、2 3 3 b、3 3 3 b 山頂部

3 3 c 穴

3 7、3 8 回転軸

5 1 樹脂材料

10

20

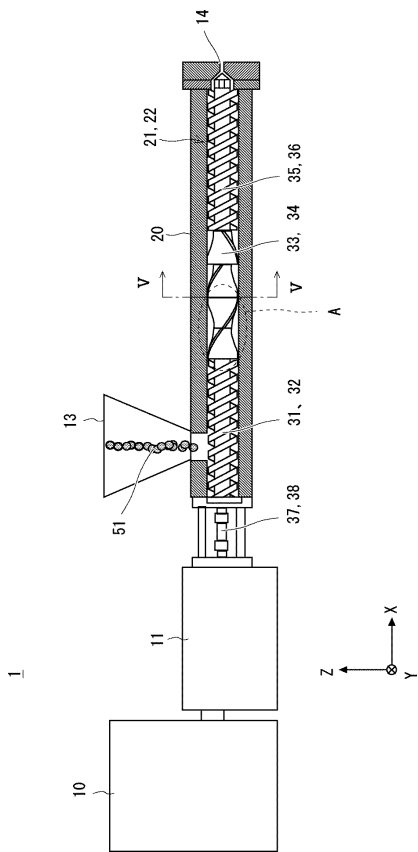
30

40

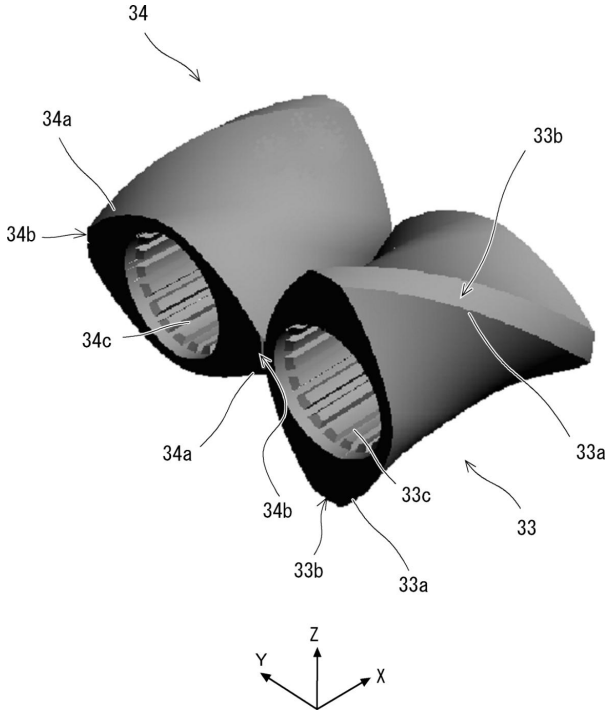
50

【図面】

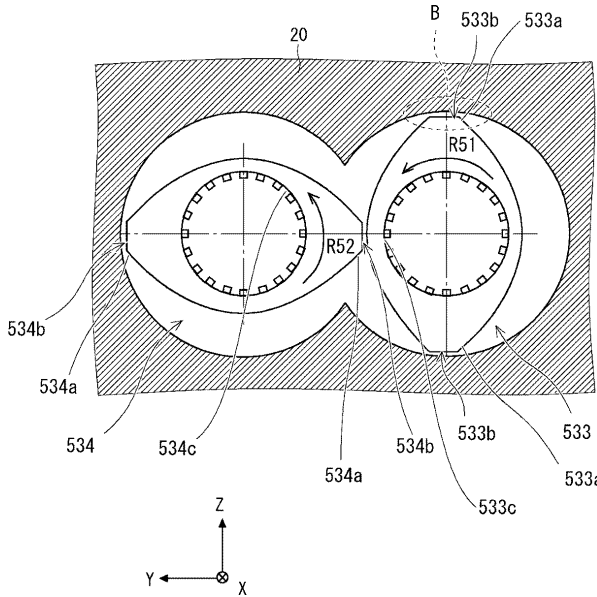
【図 1】



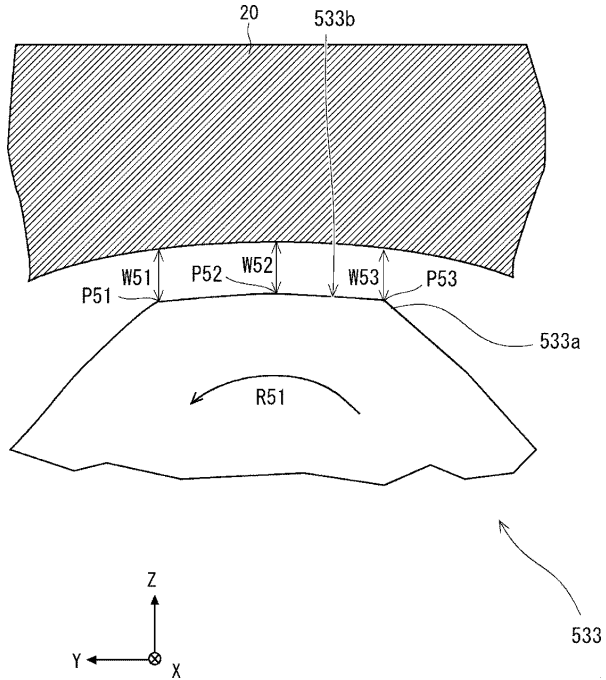
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

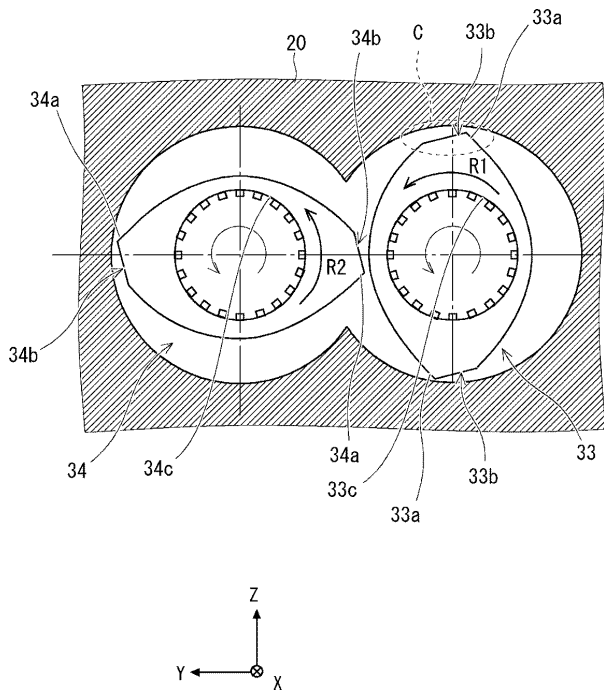
20

30

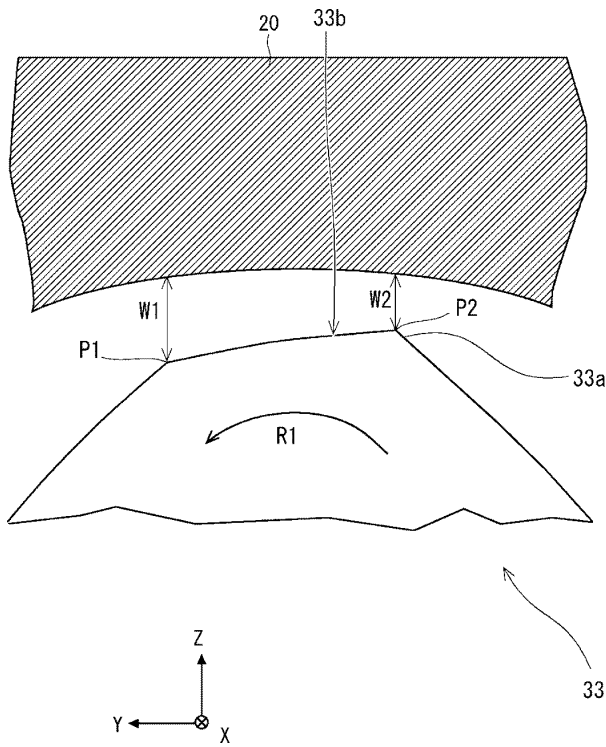
40

50

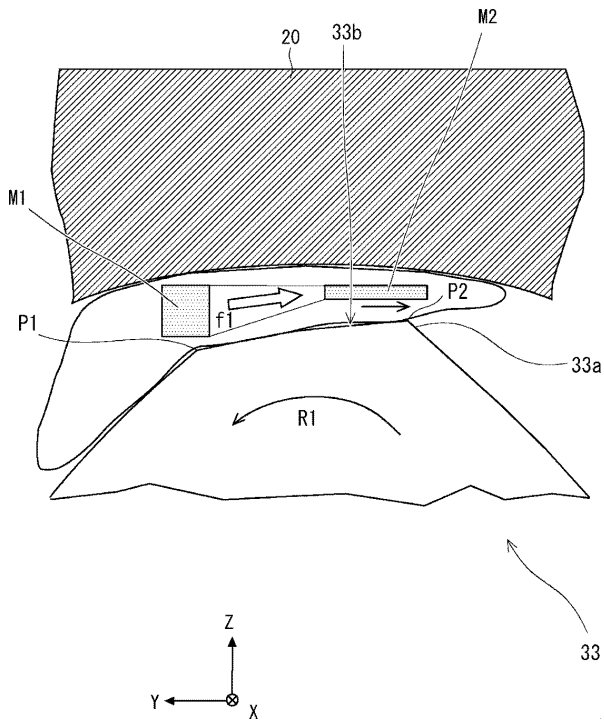
【図 5】



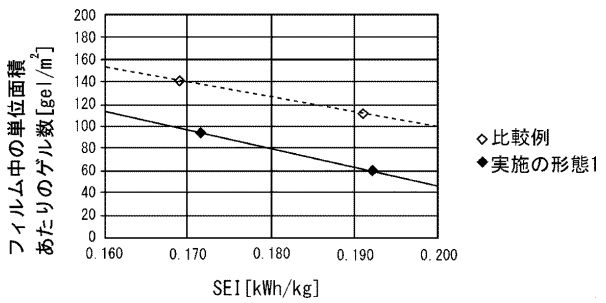
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

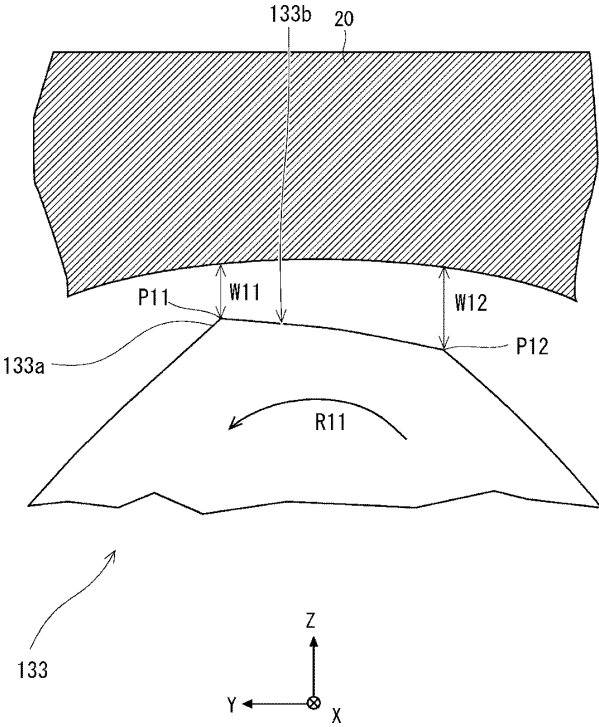
20

30

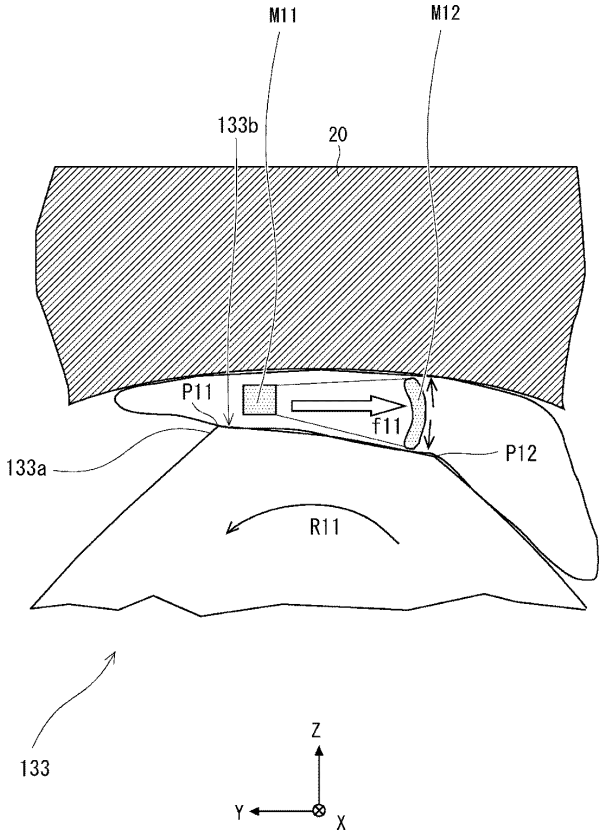
40

50

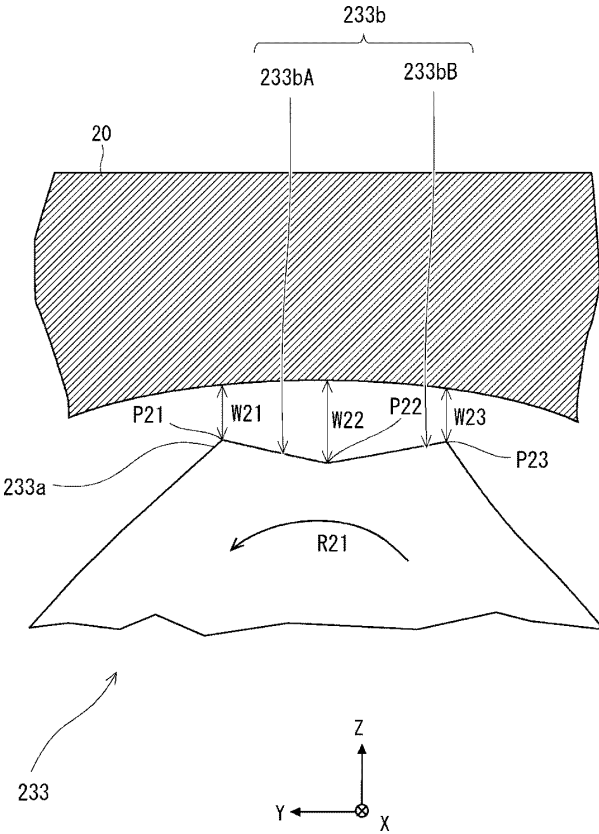
【図 9】



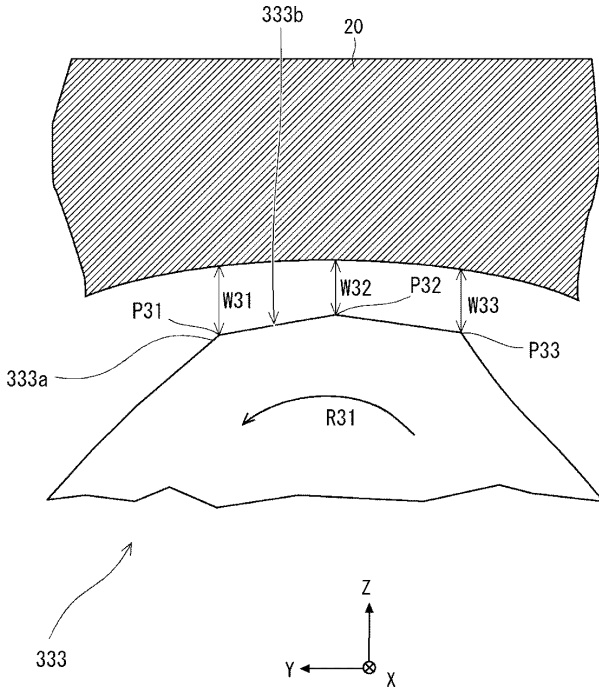
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都品川区大崎一丁目 1 1 番 1 号 株式会社日本製鋼所内

審査官 関口 貴夫

(56)参考文献 実開平 0 7 - 0 3 3 6 1 1 (J P , U)

国際公開第 9 4 / 0 2 2 6 4 9 (W O , A 1)

特開平 0 2 - 0 3 2 8 1 2 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

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

B 2 9 B 7 / 0 0 - 7 / 9 4