

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)公開番号  
**特開2025-86355**  
(P2025-86355A)

(43)公開日 令和7年6月6日(2025.6.6)

(51) 國際特許分類

<b>B 2 9 C</b>	<b>48/25 (2019.01)</b>	<b>B 2 9 C</b>	<b>48/25</b>
<b>B 2 9 C</b>	<b>48/40 (2019.01)</b>	<b>B 2 9 C</b>	<b>48/40</b>
<b>B 2 9 B</b>	<b>7/58 (2006.01)</b>	<b>B 2 9 B</b>	<b>7/58</b>
<b>B 2 9 B</b>	<b>7/46 (2006.01)</b>	<b>B 2 9 B</b>	<b>7/46</b>

### テーマコード（参考）

4 F 2 0 1  
4 F 2 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全19頁)

(21)出願番号 特願2024-206045(P2024-206045)  
(22)出願日 令和6年11月27日(2024.11.27)  
(31)優先権主張番号 特願2023-200056(P2023-200056)  
(32)優先日 令和5年11月27日(2023.11.27)  
(33)優先権主張国・地域又は機関  
日本国(JP)

(71)出願人 500233049  
株式会社富士テクニカルリサーチ  
神奈川県横浜市西区みなとみらい2丁目  
3番5号 クイーンズタワーC15階

(71)出願人 000136745  
株式会社プラスチック工学研究所  
大阪府枚方市野村中町2番3号

(74)代理人 110004163  
弁理士法人みなとみらい特許事務所

(72)発明者 名取 孝  
神奈川県横浜市西区みなとみらい2丁目  
3番5号 クイーンズタワーC15階 株  
式会社富士テクニカルリサーチ内

(72)発明者 辰巳 昌典  
大阪府枚方市野村中町2番3号株式会社  
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 押出機に設けられる計測装置及び計測方法

(57) 【要約】

## 【課題】

使用中の押出機について様々な情報を簡便に取得できる計測装置及び計測方法を提供することを目的とする。

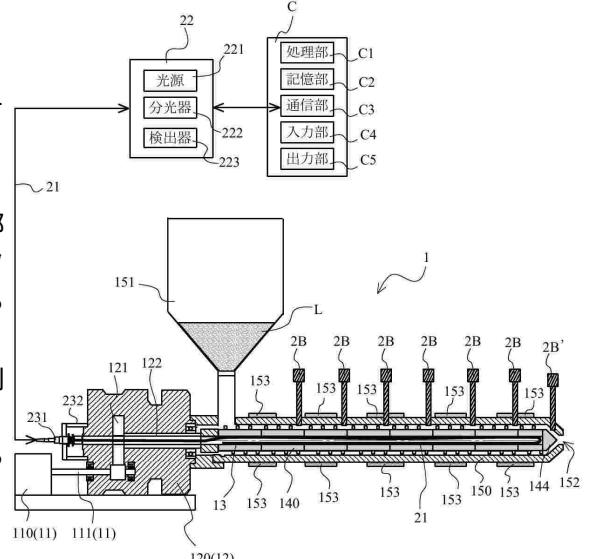
## 【解決手段】

上記課題を解決する本願発明は、回転駆動する駆動部11と、駆動部11と接続するシャフト13と、シャフト13と協働して回転するスクリュー14と、を備える押出機1に設けられる計測装置2であって、

光ファイバを含むセンサ部21と、前記センサ部を制御する制御部22と、を有し、

センサ部21は、シャフト13と当接して配置される

### 【選択図】図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

回転駆動する駆動部と、前記駆動部と接続するシャフトと、前記シャフトと協働して回転するスクリューと、を備える押出機に設けられる計測装置であって、  
光ファイバを含むセンサ部と、前記センサ部を制御する制御部と、を有し、  
前記センサ部は、前記シャフトと当接して配置される計測装置。

**【請求項 2】**

前記センサ部と、前記制御部とは、ロータリージョイントを介して接続する請求項 1 に記載の計測装置。

**【請求項 3】**

前記シャフトは、周面に軸方向に平行なシャフト溝を有し、  
前記シャフト溝に沿って前記センサ部が設けられている請求項 1 に記載の計測装置。

**【請求項 4】**

前記シャフト溝は、前記スクリューの内周面に設けられる嵌合突起と、嵌合し、  
前記センサ部は、前記シャフト溝と、前記嵌合突起の間に配置される請求項 3 に記載の計測装置。

**【請求項 5】**

前記センサ部は、前記シャフトの端部で折り返されて配置される請求項 1 に記載の計測装置。

**【請求項 6】**

前記シャフトは、複数軸が平行に設けられ、  
少なくとも何れか一つのシャフトに前記センサ部が設けられる請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の計測装置。

**【請求項 7】**

回転駆動する駆動部と、前記駆動部と接続するシャフトと、前記シャフトを覆いながら協働して回転するスクリューと、を備え、光ファイバを含むセンサ部と、前記センサ部を制御する制御部と、を有し、

前記センサ部は、前記シャフトと当接して配置される押出機を計測する計測方法であって、

前記センサ部から得られる情報を処理する情報処理部によって、前記シャフトの状態を計測する計測工程を含む計測方法。

**【請求項 8】**

前記計測工程は、前記情報処理部が前記シャフト全体にかかるトルクを算出するトルク算出工程を含む請求項 7 に記載の計測方法。

**【請求項 9】**

前記トルク算出工程は、前記光ファイバのひずみ量からねじれ角を算出するねじれ角算出工程と、前記ねじれ角からトルクを算出するトルク分布算出工程を含む、請求項 8 に記載の計測方法。

**【請求項 10】**

前記センサ部は、前記シャフトの温度を測定し、  
前記トルク算出工程は、前記センサ部で得られた温度に基づき熱による前記シャフトの伸びを補正する熱ひずみ補正工程を含む請求項 9 に記載の計測方法。

**【請求項 11】**

前記センサ部は、前記押出機の内部圧力を計測する圧力計測器を有し、  
前記トルク算出工程は、前記シャフトの軸方向のひずみ量を補正する軸ひずみ補正工程を含み、

前記軸ひずみ補正工程は、前記圧力計測器から得られる圧力に基づきひずみ量を補正する請求項 9 に記載の計測方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

10

20

30

40

50

**【 0 0 0 1 】**

本発明は、押出機に設けられ、内部に流れる流動体の様子を推測できる計測装置に関する。

**【 背景技術 】****【 0 0 0 2 】**

押出機は、内部の管路に食材や熱可塑性樹脂等の流動体を入れて溶融させ、スクリューで吐出口へ押し出す装置である。押出機は、材料の性状や製造を行う製品に合わせて加熱度合、駆動速度のパラメータの調整やスクリューの形状の選定を行う。しかし、これに伴い駆動中の押出機がどのような状態になるのかや樹脂の挙動を精確に把握することは困難である。

10

**【 先行技術文献 】****【 特許文献 】****【 0 0 0 3 】**

【 特許文献 1 】 実全昭 48 - 046678 号公報

**【 発明の概要 】****【 発明が解決しようとする課題 】****【 0 0 0 4 】**

特許文献 1 には、ひずみゲージを用いることで、シリンダ装置の内圧を測定する装置が記載されている。この装置は有用であるが、ひずみゲージから得られる情報には限りがある点で課題がある。

20

**【 0 0 0 5 】**

本発明は、上記の課題に鑑み、使用中の押出機について様々な情報を簡便に取得できる計測装置及び計測方法を提供することを目的とする。

**【 課題を解決するための手段 】****【 0 0 0 6 】**

上記課題を解決する本発明は、回転駆動する駆動部と、前記駆動部と接続するシャフトと、前記シャフトと協働して回転するスクリューと、を備える押出機に設けられる計測装置であって、光ファイバを含むセンサ部と、前記センサ部から得られる情報を処理する情報処理部と、を有し、前記センサ部は、前記シャフトと当接して配置される計測装置である。

30

このような構成によって、使用中の押出機に光ファイバを設置して様々な情報を簡便に取得できる。

**【 0 0 0 7 】**

本発明の好ましい形態では、前記センサ部と、前記制御部とは、ロータリージョイントを介して接続する。このような構成によって、制御部を固定した状態でシャフトが回転しても、センサ部によりを溜めないようにできる。

**【 0 0 0 8 】**

本発明の好ましい形態では、前記シャフトは、周面に軸方向に平行なシャフト溝を有し、前記シャフト溝に沿って前記センサ部が設けられている。

このような構成によって、センサ部の取付位置を容易に画定できる。

40

**【 0 0 0 9 】**

本発明の好ましい形態では、前記シャフト溝は、前記スクリューの内周面に設けられる嵌合突起と、嵌合し、前記センサ部は、前記シャフト溝と、前記嵌合突起の間に配置される。このような構成によって、シャフトやスクリューの構造を生かして、光ファイバを確実かつ実用的に固定できる。

**【 0 0 1 0 】**

本発明の好ましい形態では、前記センサ部は、前記シャフトの端部で折り返されて配置される。このような構成によって、一本の光ファイバから得られるデータ量をさらに増やすことができる。

**【 0 0 1 1 】**

50

本発明の好ましい形態では、前記シャフトは、複数軸が平行に設けられ、少なくとも何れか一つのシャフトに前記センサ部が設けられる。これにより、複数軸でも簡便なセンシングを行うことができる。

#### 【0012】

本発明は、回転駆動する駆動部と、前記駆動部と接続するシャフトと、前記シャフトを覆いながら協働して回転するスクリューと、を備える押出機を計測する計測方法であって、光ファイバを含むセンサ部を、前記当接して配置する配置工程と、前記センサ部から得られる情報を処理する情報処理部によって、前記シャフトの状態を計測する計測工程と、を含む計測方法である。

これにより、使用中の押出機について様々な情報を簡便に取得できる。

10

#### 【0013】

本発明の好ましい形態では、前記計測工程は、前記情報処理部が前記シャフト全体にかかるトルクを算出するトルク算出工程を含み、前記トルク算出工程は、前記光ファイバのひずみ量からねじれ角を算出するねじれ角算出工程と、前記ねじれ角からトルクを算出するトルク分布算出工程を含む計測方法である。

このように光ファイバを利用して、成形の結果物に影響を与えるやすい押し出し機のシャフトのトルクを算出し、成形品質の向上につなげることができる。

#### 【0014】

本発明に好ましい形態では、前記センサ部は、前記シャフトの温度を測定し、前記トルク算出工程は、前記センサ部で得られた温度に基づき熱による前記シャフトの伸びを補正する熱ひずみ補正工程を含む。

20

これにより、樹脂の加熱による誤差を小さくして、融点が高い樹脂を使用しても補正してトルクの算出ができる。

#### 【0015】

本発明の好ましい形態では、前記センサ部は、前記押出機の内部圧力を計測する圧力計測器を有し、前記トルク算出工程は、前記光ファイバのひずみ量からねじれ角を算出するねじれ角算出工程と、前記シャフトの軸方向のひずみ量を補正する軸ひずみ補正工程を含み、前記軸ひずみ補正工程は、前記圧力計測器から得られる圧力に基づきひずみ量を補正する計測方法である。

このように軸方向のひずみを補正することで、実際の使用時にシャフトに圧力がかかった状態であっても、補正してトルクの算出ができる。

30

#### 【発明の効果】

#### 【0016】

上記課題を解決する本発明は、使用中の押出機について様々な情報を簡便に取得できる計測装置及び計測方法を提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0017】

【図1】本発明の第一の実施形態に係る、押出機及び計測器の模式図である。

【図2】本発明の第一の実施形態に係る、シャフト部分の斜視模式図である。

【図3】本発明の第一の実施形態に係る、シャフト及びエレメントの説明図である。

40

【図4】本発明の第一の実施形態に係る、シャフト及びエレメントの説明図である。

【図5】本発明の第一の実施形態に係る、ジョイントの模式図である。

【図6】本発明の第二の実施形態に係る、押出機及び計測器の模式図である。

【図7】本発明の第三の実施形態に係る、シャフト及びエレメントの説明図である。

【図8】本発明の第三の実施形態に係る、シャフト及びエレメントの断面図である。

【図9】本発明の第三の実施形態に係る、計測工程の詳細を表すフローチャートである。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0018】

以下、図面を用いて、本発明の各実施形態に係る計測装置について説明する。説明は、実施形態の構成、実施の方法、他の実施例の順に詳述する。

50

なお、以下に示す実施形態は本発明の一例であり、本発明を以下の各実施形態に限定するものではない。また、出願書類中の「略」は、その後に続く形状に面取りや丸め加工がなされていること、また形状を構成する要素がその構成の目的を阻害しない範囲内で変形や長さ変更されているものを含むことを意味する概念である。

【0019】

第一の実施形態

押出機1は筒状であって、内部のスクリューを回転させて内部の流動体Lを絞り出す機械である。流動体Lとしては、プラスチックやゴム、セラミック、アルミニウム、食品など、様々な材が想定される。また、成形の方法としては、押出成形、射出成形、プロー成形など、様々な方法で利用されうる。

10

【0020】

押出機1は、模式図である図1に示すように、回転駆動する駆動部11と、駆動部11の回転速度を調整する減速部12と、駆動部11の回転を受けて回転するシャフト13と、シャフト13と協働して回転する、流動体Lを移動させるためのスクリュー14と、流動体Lを押出機1の内部の所定位置で保持するシリンダ15と、を有する。

【0021】

計測装置2は、押出機1の計測を行い、内部にある流動体Lの状態を推測するための装置である。

実施形態において、計測装置2は、光ファイバによってシャフト13の状態を計測する光ファイバ計測器2Aと、シリンダ15に貫入して内圧を計測する圧力計測器2Bを備える。

20

光ファイバ計測器2Aは、押出機1に設置される光ファイバであるセンサ部21と、センサ部21を制御するための制御部22と、を有する。また、センサ部21は、押出機1の端部において、ジョイント部23を介して接続されている。また、計測装置2は、制御部22や圧力計測器2Bから得られる情報を処理する情報処理部Cを有する。

【0022】

駆動部11は、回転駆動する駆動本体110と、駆動本体110に協働して回転する軸である駆動シャフト111と、を有する。駆動本体110は、例えばエンジンや電動モータが想定され、情報処理部Cによって回転数を調整できるようにするのが好ましい。

30

【0023】

減速部12は、駆動部11から受けた回転動力を適切な回転速度及びトルクに調整するための部分であり、具体的には減速機である。減速部12は、減速機構を内部に格納する減速筐体120と、駆動シャフト111の駆動を減速する減速歯車121と、シャフト13を回転可能に挿通する挿通部122と、を有する。

【0024】

減速歯車121は、駆動シャフト111の一部と噛み合う、駆動シャフト111よりも径が大きい歯車であり、回転中心においてシャフト13と協働して回転可能に接続されている。なお、減速歯車121は連結して複数設けられていてもよい。

【0025】

挿通部122は、減速筐体120一端面から他端面に掛けて挿通する孔部分であり、センサ部21が全体を貫通するとともに、所定位置に軸受けが設けられてシャフト13を回転可能に支持する。また、挿通部122の中途には減速歯車121が設けられるが、挿通部122は減速歯車121の中心を貫通する。

40

【0026】

シャフト13は、一端が減速筐体120の中に貫通する部材であって、減速歯車121の回転と共同して回転する。シャフト13は、図2に示すように、軸状のシャフト本体130と、シャフト本体130の端部と接続する拡幅部131と、減速部12の内部においてシャフト本体130を覆う被覆部132と、シャフト本体130において被覆部132と逆側の端部に、シャフト端部133を有する。

【0027】

50

スクリュー 14 は、図 2 に示すように複数のエレメント 140 に分割可能に設けられている。それぞれのエレメント 140 は、シャフト 13 を内周面で嵌合する嵌合筒 141 と、嵌合筒 141 の外周面に設けられ、回転によって流動体 L を移送するための羽 142 と、を有する。また、スクリュー 14 の端部には、キャップ 144 が設けられている。

#### 【 0028 】

シリンド 15 は、内部にスクリュー 14 が設けられる筒状のシリンド本体 150 と、シリンド本体 150 に流動体 L の原料を投入するためのホッパー 151 と、シリンド本体 150 の端部に設けられ、流動体 L を排出する吐出口 152 と、を有する。また、シリンド 15 の外周面には、流動体 L の材料を溶かし、粘性を下げるためのヒーター 153 が複数配置される。

10

#### 【 0029 】

シャフト本体 130 は、スクリュー 14 、拡幅部 131 及び被覆部 132 に内挿される細長い柱状部材である。シャフト本体 130 は、スクリュー 14 に覆われる領域においては中実であり、拡幅部 131 ないし被覆部 132 に覆われる領域においては中空である。

#### 【 0030 】

シャフト本体 130 の外周面には等間隔に同一深さの複数のシャフト溝 134 が軸方向に伸びている。また、嵌合筒 141 の内周面には等間隔に同一高さの複数の嵌合突起 143 がシャフト溝 134 に対応して複数設けられている。これらのシャフト溝 134 と嵌合突起 143 が嵌り合うことによって、シャフト本体 130 と協働してスクリュー 14 が回転する。

20

#### 【 0031 】

ここで、図 3 (a) の断面図に示すように、シャフト溝 134 と嵌合突起 143 の間に、センサ部 21 が配置されている。すなわち、シャフト溝 134 の凹面と嵌合突起 143 の凸面が、少なくともセンサ部 21 の径よりも離れる凹み部 D を有する。なお、凹面とは溝の底にあたる面であり、凸面とは突起の頂端にあたる面を意味する。

#### 【 0032 】

凹み部 D は、センサ部 21 を格納できればどのような構成でもよく、例えば図 3 (b) に示すように、嵌合突起 143 の一部を、軸方向の全体に渡り削って設けられていてもよく、図 3 (c) に示すようにシャフト溝 134 の凹面をさらに軸方向の全体に渡って削って設けられていてもよい。このように凹み部 D を設けることで、押出機 1 にセンサ部 21 を附加的に設置できる。

30

#### 【 0033 】

また、シャフト本体 130 の側面には、図 4 (a) に示すように中空の部分に向けて貫通する孔が設けられている。凹み部 D に配置されたセンサ部 21 は、この孔を通ってシャフト本体 130 の中空部分を挿通する。

なお、図 4 (a) は、シャフト 13 及びエレメント 140 の軸方向の断面図であり、図 4 (b) はエレメント 140 の一部を断面で表したシャフト 13 の斜視模式図である。

#### 【 0034 】

凹み部 D は、押出機 1 に一つ以上設けられているが、好ましくは 2 以上設けられており、シャフト本体 130 の端部において折り返して配置できるようにしてもよい。実施形態では 2 の凹み部 D が相対して設けられている。

40

#### 【 0035 】

拡幅部 131 は、シャフト本体 130 の一端に設けられる部分であり、径がシャフト本体 130 よりも、少なくとも嵌合筒 141 の厚み分大きく設けられている。これにより、エレメント 140 をシャフト本体 130 の奥まで挿入して、所定位置で当接して固定できる。

#### 【 0036 】

被覆部 132 は、内周面でキー K を介してシャフト本体 130 と接続し、シャフト本体 130 と協働して回転する。また、被覆部 132 は、シャフト本体 130 を減速部 12 の内部で保護する。すなわち、被覆部 132 は、外周面で軸受けと当接し、減速歯車 121

50

と接続して動力をシャフト本体 130 に伝達する。

【0037】

また、拡幅部 131 及び被覆部 132 は筒型であり、シャフト本体 130 を内挿する。内挿する部分において、拡幅部 131 及び被覆部 132 の内径はシャフト本体 130 の外径よりも小さく、間にセンサ部 21 が配置される。

【0038】

シャフト端部 133 は、シャフト溝 134 の凹面よりも、少なくともセンサ部 21 の径だけ小さい径に設けられている。これにより、センサ部 21 をシャフト端部 133 上に設けてもセンサ部 21 とスクリュー 14 との干渉を防ぐ。

【0039】

エレメント 140 は、複数がシャフト本体 130 に嵌合するように分割して設けられている。これにより、流動体 L の性状に応じた任意のエレメントを適宜選択・交換できるようになっている。センサ部 21 をシャフト本体 130 に配置することによって、エレメント 140 を変更してもセンサ部 21 が動ないため、エレメント 140 の変更で計測結果がどのように変化するかを精度よく見られる。

【0040】

嵌合筒 141 の内径は、少なくともシャフト本体 130 が露出する部分の径よりも大きく設けられ、嵌合突起 143 によってシャフト本体 130 と嵌め合うようにしている。

【0041】

羽 142 は、嵌合筒 141 の外周面において、らせん状に連続して設けられている板状の部材であって、回転することによって流動体 L を吐出口 152 に誘導する。エレメント 140 を交換することで、羽 142 の同士の距離やらせんの角度、表面の摩擦等を任意に変更できる。なお、スクリュー 14 の形状として羽 142 が連続して設けられているもの他に、後述するミキシングセクション 146 を取り付けたものとしてもよい。

【0042】

また、シャフト本体 130 の端部には、嵌合筒 141 を有するエレメントの代わりに、キャップ 144 が設けられる。キャップ 144 はエレメント 140 の内周と略同一径の円柱部分を有し、ここが隣接するエレメント 140 を嵌合する。

【0043】

シリンダ本体 150 は筒状の部材であって、内径が羽 142 の外周縁の径と略同一か少し大きくなるように設けられていることで、流動体 L を移送する効率を高めている。

【0044】

ホッパー 151 は、シリンダ本体 150 の上流側に設けられ、重力によって流動体 L の材料をシリンダ本体 150 の内部に適宜投入する漏斗状の部材である。ホッパー 151 の上端は拡幅して材料を入れやすくしてあり、下端はシリンダ本体 150 の内部に貫入する。ホッパー 151 の直下には羽 142 が位置し、投入される材料がそのまま移送される。ホッパー 151 からの材料の投入量は、情報処理部 C によって制御できることが好ましい。

【0045】

吐出口 152 は、シリンダ本体 150 の下流側の端部に設けられ、端部に向けて窄まるように設けられている。また、型やブロー装置など各種の成形装置と接続可能としており、ここから放出された流動体 L を成形できるようにしている。吐出口 152 は、シリンダ本体 150 から分離可能に設けられている。

【0046】

ヒーター 153 は、シリンダ本体 150 の外周面に設けられる加熱装置であって、各々の加熱強度を調整することによって、シリンダ本体 150 内部の流動体 L を加熱して、粘性等の性状を調整できるようにしている。ヒーター 153 の温度は、情報処理部 C によって制御できることが好ましい。

【0047】

センサ部 21 は、一本の光ファイバであり、長手方向は少なくともシャフト本体 130

10

20

30

40

50

よりも長い。センサ部21は、被覆部132に覆われる領域においては中空の部分に位置しており、シャフト本体130の外周面（凹み部D）において軸方向に沿って配置されている。

【0048】

実施形態において、センサ部21は、シャフト端部133で折り返されて設けられている。詳述すると、凹み部Dのキャップ側の端部から出たセンサ部21は、シャフト端部133において内部の光の全反射を阻害しない曲率半径で屈曲し、出てきた凹み部Dと異なる凹み部Dに挿入され、ここにおいてもシャフト13に配置される。これにより、シャフト13の測定点が増え、より詳細な計測データを得ることができる。なお、より詳細な計測データを得るため、2つの凹み部Dは断面視で対称位置に設けられることが好ましい。また、センサ部21はシャフト端部133においても接着されていることが好ましい。

10

【0049】

なお、実施形態においてセンサ部21の折り返しはシャフト端部133で一回のみされているが、拡幅部131や被覆部132において再度折り返しがされ、さらに計測対象のデータ量を増やしてもよい。この際、センサ部21が設けられる3以上の凹み部Dは断面視で点対称になるようにして、解析を容易にしている。

【0050】

ひずみを計測する部分において、センサ部21の光ファイバは、凹み部Dにおいて、シャフト本体130と軸方向の全体に渡り接着剤によって接着されており、シャフト本体130の伸び縮みに伴って光ファイバも伸縮するようにしている。

20

【0051】

温度を計測する部分において、センサ部21の光ファイバは、保護管によって覆われている。この保護管は、凹み部Dにおいて、シャフト本体130と軸方向に沿って接着されており、内挿された光ファイバが熱によって伸縮できるように保持する。

【0052】

センサ部21の光ファイバは、シャフト本体130の一端から他端までの領域では直接接着され、折り返して設けられた他端から一端までの領域では保護管に内挿されていることにより、一のセンサ部21で温度とひずみを同時に測定できる。

【0053】

また、実施形態においてセンサ部21の光ファイバは、コーティングされていることで、耐久性・耐熱性を向上させている。このコーティングとしては、ポリエチレンやポリイミドなどのプラスチックの他、カーボン、金などが想定される。

30

【0054】

ここにおいて、センサ部21に用いる光ファイバの所定位置と特定波長ごとに反射される固有の散乱光の強度の関係を予め計測し、その特定波長のシフト量を計測することで所定位置のひずみや温度を測定することができる。

また、センサ部21の複数の位置において、所定波長に対応するF B G (Fiber Bragg Grating)が書き込まれ、その点を主にセンシングする方式であってもよい。これにより、特定個所におけるシャフト13の状態をより精確に把握できる。また、F B Gが圧力計測器2Bに対応する位置に書きこまれていれば、内圧と関連付けて押出機1の状態を精確に把握することができる。

40

【0055】

制御部22は、センサ部21に光信号を送る光源221と、光源221の光を分歧させる分光器222と、センサ部21から得られる散乱光を計測する計測器223と、を備える。

【0056】

光源221は、分光器222を介して所定波長の光をセンサ部21の内部に発射する部品であり、情報処理部Cから送信される信号に従って動作する。光源221としては、発光ダイオードや、レーザーダイオードが想定され、任意の波長を放射できることが好ましい。

50

## 【0057】

分光器 222 は、光源 221 から放射される光を分岐させる部分であり、分岐させた一の光を計測器 223 に向けて屈曲させ、他の光をセンサ部 21 に向けて屈曲させる。

## 【0058】

計測器 223 は、光を検出・計測する部品であって、少なくとも波長ごとの強度を定量的に計測できるようにしている。実施形態において、分光器 222 によって直接分岐された参照光と、センサ部 21 から散乱されて返ってきた測定光を比較して測定データを得る。このデータは適宜、情報処理部 C に送信されるようにしている。

## 【0059】

計測器 223 は、測定光のレイリー散乱、ブリルアン散乱又はラマン散乱を主に計測し、情報処理部 C はこれに基づきセンサ部 21 の所定位置における振動、ひずみ、温度等を計測する。例えば、レイリー散乱の波長シフト量を介してセンサ部 21 の伸縮の計測することで、シャフト本体 130 のひずみや温度を測定する。情報処理部 C は、これらのデータに基づき、シャフト 13 の曲げや、負荷を算出できるようにしてもよい。

## 【0060】

ジョイント部 23 は、図 6 に示すように光ファイバを回転可能に接続する部材であって、センサ部 21 の中途にコネクタを介して接続している。ジョイント部 23 は、ロータリージョイント 231 と、ロータリージョイント 231 を制御部 22 の側で固定する固定治具 232 と、を有する。コネクタの一部は減速筐体 120 の内部に貫入していてもよい。

## 【0061】

ロータリージョイント 231 は、減速筐体 120 の外側に設けられ、減速部 12 側に設けられる第一部分 231a が、制御部 22 側に設けられる第二部分 231b に対して回転可能に接続している。ロータリージョイント 231 の内部には光ファイバが通っており、回転しても光ファイバの接続が遮断しないようにしている。

## 【0062】

固定治具 232 は、第二部分 231b が回転しないように固定する治具である。この治具は、減速部 12 や、固定台に回転不能に接続されており、制御部 22 にシャフト 13 の回転が伝達されないようにしている。

## 【0063】

圧力計測器 2B は、シリンダ本体 150 の上側に設けられており、側面を貫通して内部を流れる流動体 L の圧力を計測できるようにしている。また、圧力計測器 2B から得られた情報は情報処理部 C に送信される。

## 【0064】

圧力計測器 2B は、シリンダ本体 150 の上に等間隔に配置されている。また、図 1 に示すように、スクリュー 14 の先端部分に近接して配置されている先端圧力計測器 2B' を含む。先端圧力計測器 2B' は、吐出口 152 を貫通して設けられている。これにより、実際に樹脂が吐出される部分ないしスクリュー 14 に係る圧力を計測する。

## 【0065】

情報処理部 C は、パソコン、タブレット、スマートフォンなどの電子機器であって、ハードウェア構成として、処理部 C1 と、記憶部 C2 と、通信部 C3 と、入力部 C4 と、出力部 C5 とを備える。処理部 C1 は、CPU 等の 1 又は 2 以上のプロセッサを含み、プログラムその他のアプリケーションを実行することで、制御部 22 を含めた動作処理全体を制御する。記憶部 C2 は、HDD、ROM、RAM 等であって、プログラムで利用される種々のデータを記憶する。通信部 C3 は、駆動部 11、ホッパー 151、ヒーター 153、制御部 22 及び圧力計測器 2B との通信制御を実行して、押出機 1 や制御部 22 をはじめとする計測装置 2 を動作させるために必要な入力や、計測結果に係る出力を行う。

## 【0066】

入力部 C4 は、タッチパネル、マウス及びキーボード等であって、利用者による操作要求を処理部 C1 に入力する。入力部 C4 は、少なくとも駆動部 11、ホッパー 151、ヒーター 153、制御部 22、を操作できるように、処理部 C1 に制御信号を送らせる。出

10

20

30

40

50

力部 C 5 は、ディスプレイ等であって、処理部 C 1 において表示処理された結果等を表示する。

【 0 0 6 7 】

以下、図 1 ~ 図 5 を用いて、本発明の実施の方法について詳述する。本発明は、計測装置 2 を使用する使用者によって実施される。また、以下に示す実施の方法は一例であり、実施の方法はこれに限られず、順番は前後してもよい。

【 0 0 6 8 】

まず、使用者は、シャフト溝 134 にセンサ部 21 が適切に配置されているかを確認し適切でなければ修正する（配置工程）、その後、シャフト本体 130 に任意の組合せのエレメント 140 を複数嵌め込む。このとき、センサ部 21 と凹み部 D とを対応させるように注意する。エレメント 140 をシャフト本体 130 の終端付近まで貫入し終えたら、キヤップ 144 を終端のエレメント 140 に嵌め込み、シャフト本体 130 の全体を被覆する。

【 0 0 6 9 】

次に使用者は、吐出口 152 に種々の成形装置を設置し、ホッパー 151 に流動体 L の材料を投入する。その後使用者は、入力部 C 4 によって、各種部品を制御するパラメータを設定し、処理部 C 1 によって押出機 1 及び計測装置 2 を動かし、成形を開始する。（動作工程）

【 0 0 7 0 】

使用者が光源 221 を動作させると、センサ部 21 に光が通り、散乱光が反射することで計測器 223 によってシャフトの状態が計測される（計測工程）。計測された情報は通信部 C 3 を介して処理部 C 1 や記憶部 C 2 で処理され、使用者に見やすい形で出力部 C 5 に表示される。この出力部 C 5 への表示は、圧力計測器 2B で得られた情報や、現在の駆動部 11、ホッパー 151 及びヒーター 153 の稼働状況を同時に表示するとよい。

【 0 0 7 1 】

以上によって、使用者は、出来のいい成形品と計測装置 2 によって得られた情報を関連付けて考えることができる。即ち、使用者は使用中の押出機 1 について様々な情報を簡便に取得できる計測装置及び計測方法を提供することができる。

【 0 0 7 2 】

《第二の実施形態》

以下、図 6 を用いて本発明の第二の実施形態に係る計測装置 2 について詳述する。第一の実施形態と同様の構成については同様の符号を用いて説明を省略する。実施形態において、シャフト 13 は第一シャフト 13A と第二シャフト 13B の二本設けられ、それに第一エレメント 14A 及び第二エレメント 14B が嵌合している。計測装置 2 は第一の実施形態と同様の仕様であるため説明を省略する。

【 0 0 7 3 】

図 6 は、本実施形態に係る水平断面図である。押出機 1 は、駆動部 11 と、減速部 12 と、第一シャフト 13A と、第二シャフト 13B と、を備える。減速部 12 は、減速歯車 121 と挿通部 122 を有し、減速歯車 121 は第一シャフト 13A と接続し、挿通部 122 は第一シャフト 13A を挿入可能に設けられている。また、第一シャフト 13A と第二シャフト 13B は、互いに平行に設けられ、同一の速度で回転できるように減速筐体 120 の内部で等速歯車 123 によって接続されている。

【 0 0 7 4 】

第一シャフト 13A には、第一エレメント 14A が挿入され、第二シャフト 13B には第二エレメント 14B が挿入され、それぞれのエレメント 140 がシャフト 13 と協働して回転する。それぞれのエレメント 140 の羽 142 は、互いに重複しないように同一方向に向けて回転することで、圧送の効率をさらに高められる。

【 0 0 7 5 】

第一エレメント 14A と第二エレメント 14B は、羽 142 が設けられた嵌合筒 141 以外にも、互いに干渉しないように軸に対して径を一部大きくした混練部 145 を有する

10

20

30

40

50

。これにより、流動体 L の材料を混練させながら圧送できる。

【 0 0 7 6 】

ここで、第一シャフト 13A 及び第一エレメント 14A には、先の実施形態で述べたシャフト 13 と同様にして、凹み部 D が設けられ、ここにおいてセンサ部 21 が配置される。一方、第二シャフト 13B には、センサ部 21 を設けない。これにより、センサ部 21 の干渉を発生させないで、拡張を容易にできる。

【 0 0 7 7 】

使用者は第一の実施形態と同様に情報処理部 C を操作することで、第一シャフト 13A について計測を行い、出来のいい成形品を模索する。

【 0 0 7 8 】

なお、第二の実施形態では、2 本のシャフトの実施例を示したが、3 本以上の複数軸のシャフトを用いてもよい。この場合も、中心に位置するシャフトのみにセンサ部 21 が設けられれば十分である。

【 0 0 7 9 】

また、吐出口 152 の側からセンサ部 21 を出して、ジョイント部 23 を介して制御部 22 と接続する方式にしてもよい。

【 0 0 8 0 】

《第 3 の実施形態》

以下、図 7 ~ 図 9 を用いて本発明の第三の実施形態に係る計測装置 2 について詳述する。第一の実施形態と同様の構成については同様の符号を用いて説明を省略する。なお、図 7 では、スクリュー 14 を取り付けたシャフト 13 を表しその他の部分は省略している。また、図 8 は、シャフト 13 の先端付近の径方向断面図である。

押出機 1 は、駆動部 11 と、減速部 12 と、シャフト 13 と、スクリュー 14 と、を備えている。計測装置 2 は、センサ部 21 を含む光ファイバ計測器 2A と、シリンダ 15 に貫入して内圧を計測する圧力計測器 2B を備える。

【 0 0 8 1 】

シャフト 13 は、減速歯車 121 の回転と共同して回転し、シャフト本体 130 と、拡幅部 131 と、被覆部 132 と、シャフト端部 133 とを有する。シャフト本体 130 の外周面には複数のシャフト溝 134 が軸方向に伸びており、このシャフト溝 134 の所定位置に凹み部 D が設けられている。

【 0 0 8 2 】

実施形態において、凹み部 D は 4 つ設けられ、それぞれ第一の凹み部 D 1 と、第一の凹み部 D 1 から離れて設けられる第二の凹み部 D 2 と、第二の凹み部 D 2 に対して第一の凹み部 D 1 から離れた側に設けられる第三の凹み部 D 3 と、第一の凹み部 D 1 と第三の凹み部 D 3 の間に設けられる第四の凹み部 D 4 と、を有する。このうち、第一の凹み部 D 1 と第三の凹み部 D 3 は相対し、第二の凹み部 D 2 と第四の凹み部 D 4 とは相対し、それぞれ断面視で同一直線上に設けられる。この凹み部 D には、光ファイバであるセンサ部 21 が配置され、ひずみ及び温度をそれぞれ計測する。

【 0 0 8 3 】

スクリュー 14 は、複数のエレメント 140 に分割可能に設けられ、それぞれのエレメント 140 は、嵌合筒 141 と、羽 142 と、を有する。また、スクリュー 14 の端部には、キャップ 144 が設けられている。

図 7 ( a ) に示すように、シャフト本体 130 の基部に近い位置では嵌合筒 141 に対する羽 142 の径が大きいエレメント 140 が選択されることで、加圧・混練の性能を高めることができる。また、シャフト本体 130 の端部に近い位置では、嵌合筒 141 に対する羽 142 の径が小さいものを用いることで、容積に対してシリンダ本体 150 に接する表面積を大きくして材料の融解の効率を高めている。実施形態では、嵌合筒 141 の径が小さいエレメントの組と、嵌合筒 141 の径が大きいエレメントの組との間に、嵌合筒 141 が徐々に大きくなるエレメントが設けられる構成であるが、羽 142 の径が、端部に向けて徐々に小さくなるようにエレメント 140 を選択してもよい。

10

20

30

40

50

また、図7(b)に示すように、シャフト本体130の先端に近い位置においては、羽142の代わりに、径断面当たりの突起の数がより多いミキシングセクション146を設けたエレメントを設けることで、より混練性能を高めてもよい。

#### 【0084】

センサ部21は、一本の光ファイバであり、長手方向は少なくともシャフト本体130よりも長い。実施形態においては3回折り返して設けられ、少なくともシャフト本体130の長さの4倍以上の長さに設けられている。

#### 【0085】

センサ部21は凹み部Dに沿って、折り返されて配置されている。詳述すると、センサ部21は基部から第一の凹み部D1に配置され、次に、端部で折り返されて第二の凹み部D2に配置され、その後、基部で折り返されて第三の凹み部D3に配置され、さらに、端部で折り返されて第四の凹み部D4に配置される。また、センサ部21は、第一の凹み部D1及び第三の凹み部D3においてシャフト本体130のひずみを測定し、第二の凹み部D2及び第四の凹み部D4において温度を計測するように設けられている。このセンサ部21によって、シャフト13における温度とひずみの情報を得ることができる。

このように、センサ部21が折り返され隣接する凹み部Dに順々に配置されることで、センサ部21が交差しないようにしている。また、回転する凹み部Dにおいて、相対する位置で同じ事項を計測することで、シャフト13における平均的な情報を取得しやすくなっている。

一方、測定の対象は上記に限られず、適宜測定の対象を変更してもよい。例えば、全ての位置において温度を計測するようにしてもよく、全ての位置においてひずみを計測するようにしてもよい。

#### 【0086】

実施形態では、計測装置2として複数の温度計測器(熱電対)がさらに設けられ、温度計測器から得られた情報は情報処理部Cに送信される構成としている。詳述すると、圧力計測器2Bと同様にシリンダ本体150を貫通して押出機1の内部の温度を直接計測する温度計測器と、ヒーター153の間に設けられ、シリンダ本体150の外周の温度を測定する温度計測器を有し、樹脂の温度やヒーター153の加熱温度を把握し、温度の補正ができるようにしている。なお前者の温度測定器は、圧力計測器2Bに一体に組み込まれていることが好ましい。これらの計測装置2によって、押し出し機内部の圧力や温度の情報、シリンダ外部の温度の情報を得る。

#### 【0087】

以下に図9を用いて、計測工程において、実施形態の計測装置2から得られたデータを用いて、情報処理部Cが押出機1のトルクを算出する方法について、詳述する。なお、図9中の動作工程は、計測工程に含まれない。

#### 【0088】

情報処理部Cは、機能手段として、計測装置2によって計測された計測結果を記録する記録手段と、記録手段において記録された情報を処理してトルクを算出するための計算手段と、使用者が操作入力を行う種々の画面を表示処理し、表示処理結果を出力部C5に表示する表示手段と、備える。ここで記録手段は少なくとも記憶部C2を含み、計算手段は処理部C1を含む。これらの手段によって、記憶部C2に記憶されているソフトウェアによるトルクの算出に係る処理が、ハードウェアである情報処理部Cによって具体的に実現される。

#### 【0089】

記憶部C2は、種々の情報を格納する。具体的には、光ファイバ計測器2Aによって得られる、温度やひずみに関する情報、圧力計測器2Bによって得られる圧力の情報、温度計測器によって得られる温度の情報及びこれらを処理した情報を、通信部C3を介して受け付け、データベース内に格納する。これらの情報は、計測日時のタイムスタンプと同時に格納される。また、記憶部C2は、シャフト13の径や長さの情報や各種の係数を、入力部C4を介して変更可能に格納される。

## 【0090】

計算手段は、記録手段において記録された情報を処理してシャフトのトルクを算出する。ここで、トルクとは、スクリュー14を含むシャフト13全体に係るトルクを意味する。表示手段は、算出されたトルクの情報を表示処理し、表示処理結果を、通信部C3を通して出力部C5に出力する。

## 【0091】

以下、情報処理部Cを用いた各機能手段要素による処理内容について説明する。図8は、計測装置2によって得られた情報を記憶部C2に格納してから出力部C5において表示がなされるまでの手順を表したフローチャートである。

## 【0092】

事前情報記録工程として、使用する押出機1の情報（例えばシャフト13の長さ、幅等）や、押出機に使用される材料に係る係数（例えば線膨張係数、ヤング率、横弾性係数）を記憶部C2（手段）に記録する。事前情報記録工程を行った後に動作工程を行う。

## 【0093】

次に、情報取得工程として、処理部C1は、計測装置2から得られた情報を処理して、シャフト13内部の温度情報及びひずみに関する情報、押し出し機内部の圧力や温度の情報、シリンダ外部の温度の情報をタイムスタンプと共に記録手段に記録する。

## 【0094】

次に、計算手段は、トルク算出工程として、略同じ時間に計測されたデータを利用して、計算手段によってトルクを算出する。計測されたデータは必要に応じて、複数の時間で得られたデータを平均して用いてもよく、複数の計測点で得られたデータを平均して用いてもよい。例えば、10秒間で得られたデータの平均値を一つの測定点の値として用いてもよく、隣接する複数点のデータの平均値を一つの測定点の値として扱ってもよい。

## 【0095】

まず、計算手段は、熱ひずみ補正工程として、熱によるシャフト13内部の伸びを補正して、熱の影響の無い各測定点のひずみ値を計算し、記録手段に格納する。この補正は、記憶部C2に記録されたシャフト13各点における内部の温度に、事前情報として記録された所定の関係式を適用することで、各点における線膨張係数倍率を求め、これを各点で計測されたシャフト13内部のひずみにかけ合わせることによって行う。これによって、押出器内部の温度による変動の影響を除去できる。なお、温度測定に当たっては、温度測定器の情報を併せて用いてもよい。

## 【0096】

次に、計算手段は、軸ひずみ補正工程として、軸方向圧力によるシャフト13内部の圧縮を補正して、軸方向圧力の影響の無い各測定点のひずみ値を計算し、記録手段に格納する。この補正は、先端圧力計測器2B'から得られる圧力をシャフト13の軸方向に係る応力とみなし、嵌合筒141の断面積とヤング率から、所定領域における圧縮の量を算出し、この圧縮量を打ち消すように、熱ひずみ補正工程で得られたシャフト13内部各点のひずみに加算する。特に本実施形態のようにシャフト13の断面積が位置によって異なる場合は、この補正を行うことで、得られるデータの確度を高められる。

## 【0097】

次に計算手段は、伸び量算出工程として、補正されたシャフト13内部における各点のひずみを基に、光ファイバの伸び量を算出して記録手段に格納する。即ち、駆動部11側の側端部におけるシャフト13の伸び量をゼロとして、各点で得られたひずみ量を積算することによって、シャフト13の長さ方向各位置における光ファイバの伸び量を計算する。

## 【0098】

次に計算手段は、ねじれ角算出工程として、長さ方向各位置における光ファイバの伸び量を基に、各位置におけるねじれ角を算出して記録手段に格納する。実施形態では、光ファイバが伸びた分、光ファイバが軸に対して傾いたと仮定して、各位置における光ファイバの伸び量を駆動部11側の側端部からの距離で除した値を、その位置におけるねじれ角

10

20

30

40

50

と近似して算出する。

【0099】

次に計算手段は、比ねじれ角算出工程として、光ファイバを単位長さ毎に分割し、各位置における比ねじれ角を算出して記録手段に格納する。比ねじれ角は、単位長さに分割した両端の点における、ねじれ角の差を取ることで算出できる。なお、実施形態で単位長さは計測値の分解能と等しい0.65mmとしているが、より長くしてもよい。

【0100】

次に計算手段は、トルク分布算出工程として、各位置におけるトルクを算出して記録手段に格納する。各位置におけるトルクTは、材料の横弾性係数、算出位置におけるシャフト本体130の平均直径、ねじれ角を用いて算出する。具体的には、円周率、平均直径の4乗、横弾性係数及びねじれ角を乗算し、32で除算することで得られる。

10

【0101】

次に計算手段は、積算トルク算出工程として、各位置におけるトルクを積算してシャフト13全体のトルクを求め、記録手段に格納する。これにより、シャフト全体に係るトルクを算出することができる。

【0102】

最後に、表示手段は表示工程として、記録手段に格納されたトルクの値を表示処理し、出力部C5に表示処理結果を送信する。これにより、使用者はシャフト全体に係るトルクの計測結果を確認し、これに応じて押出機1の制御を変更できる。また計測工程においては、計測終了まで上述のトルク算出工程を繰り返し行うことで、逐次変化を計測できるようしている。

20

【0103】

なお、処理部C1は、得られたトルクに基づき、駆動部11、ヒーター153の出力やホッパー151の開閉度を調整するフィードバック制御信号を発してもよい。これにより、トルクを常に一定にすることで、押出機1の生産の安定性を高め、品質のばらつきを抑制することができる。

また、上記によって得られたトルクから溶融樹脂の練り度合を算出し、適切なエレメント140を設定、設計を行うこともできる。これにより、品質の高い成形品を迅速に生産することができる。

30

【符号の説明】

【0104】

1	押出機
1 1	駆動部
1 1 0	駆動本体
1 1 1	駆動シャフト
1 2	減速部
1 2 0	減速筐体
1 2 1	減速歯車
1 2 2	挿通部
1 2 3	等速歯車
1 3	シャフト
1 3 0	シャフト本体
1 3 1	拡幅部
1 3 2	被覆部
1 3 3	シャフト端部
1 3 4	シャフト溝
1 3 A	第一シャフト
1 3 B	第二シャフト
1 4	スクリュー
1 4 0	エレメント

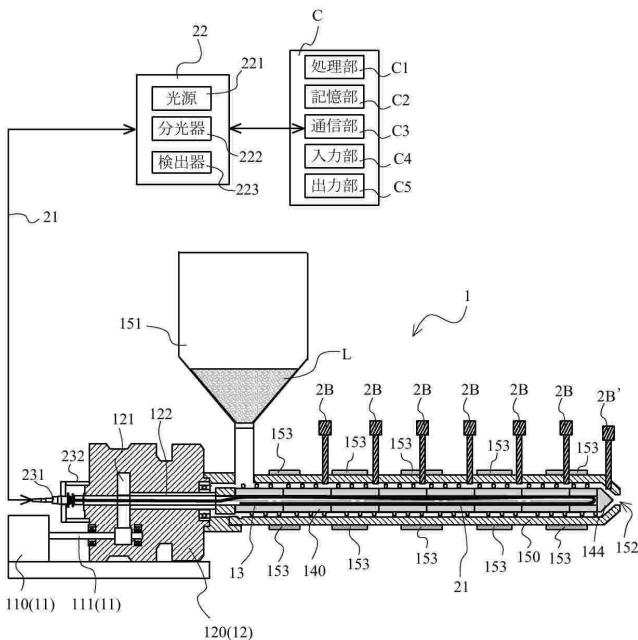
40

50

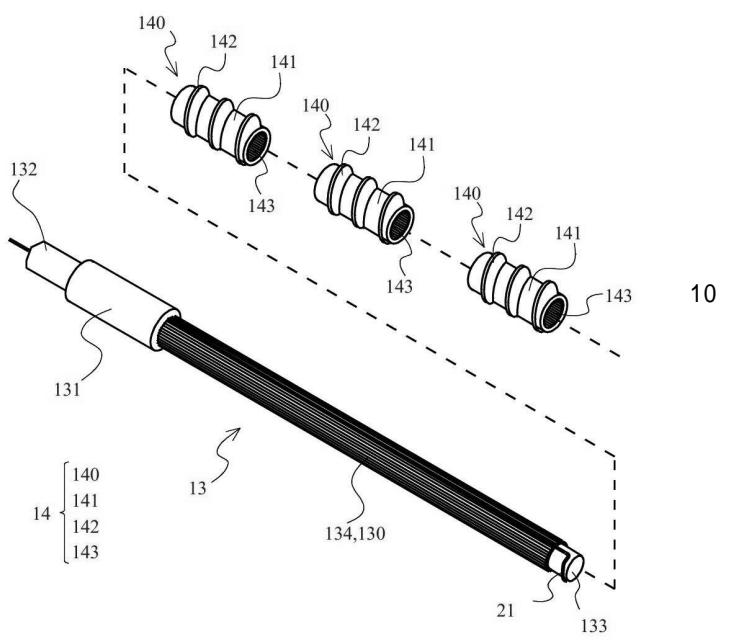
1 4 1	結合筒	
1 4 2	羽	
1 4 3	結合突起	
1 4 4	キップ	
1 4 5	混練部	
1 4 6	ミキシングセクション	
1 4 A	第一エレメント	
1 4 B	第二エレメント	
1 5	シリンド	
1 5 0	シリンド本体	10
1 5 1	ホッパー	
1 5 2	吐出口	
1 5 3	ヒーター	
2	計測装置	
2 A	光ファイバ計測器	
2 1	センサ部	
2 2	制御部	
2 2 1	光源	
2 2 2	分光器	
2 2 3	計測器	20
2 3	ジョイント部	
2 3 1	ロータリージョイント	
2 3 2	固定治具	
2 B	圧力計測器	
D	凹み部	
C	情報処理部	
C 1	処理部	
C 2	記憶部	
C 3	通信部	
C 4	入力部	30
C 5	出力部	
L	流動体	

## 【図面】

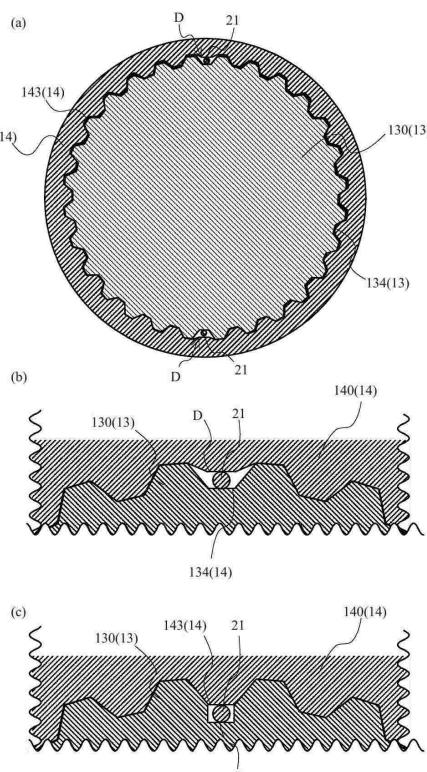
## 【図1】



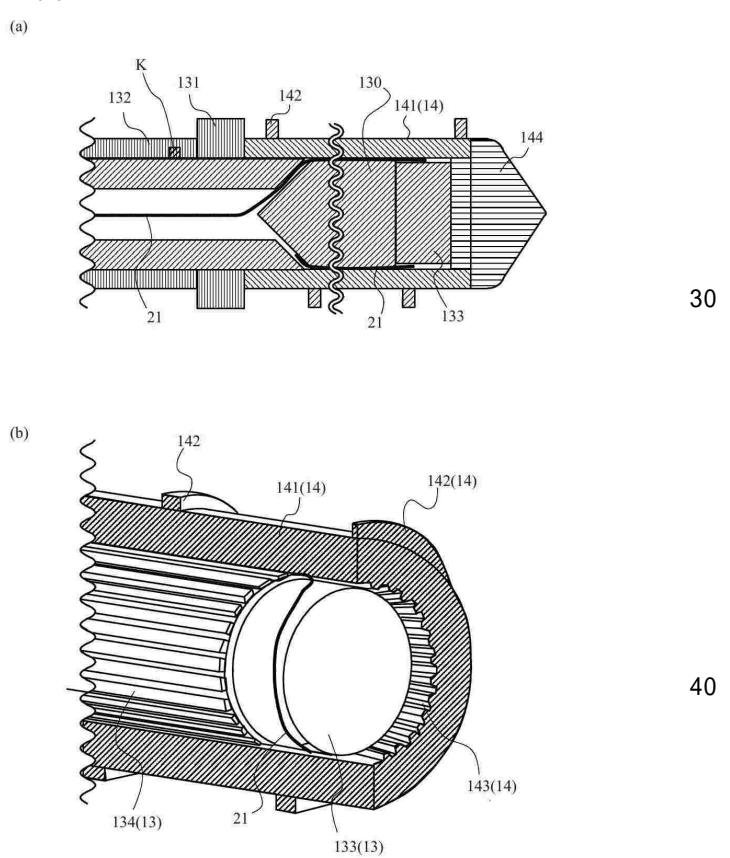
## 【図2】



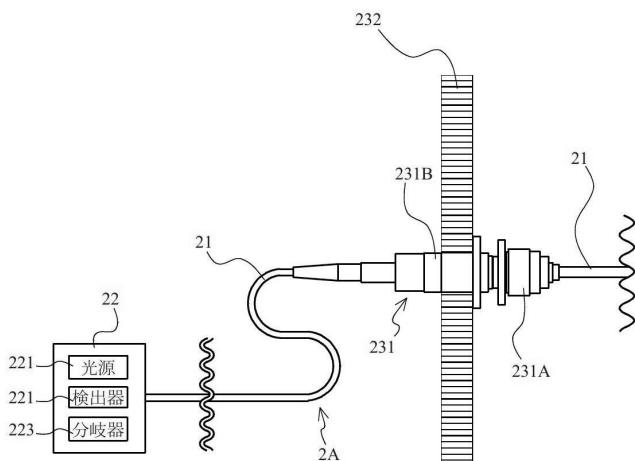
## 【図3】



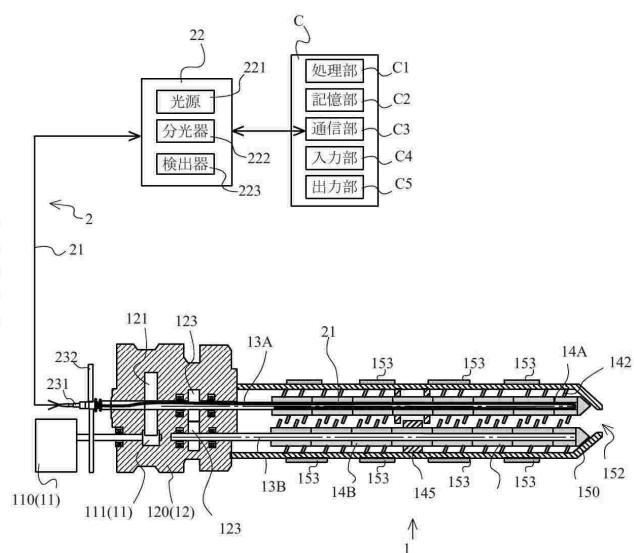
## 【図4】



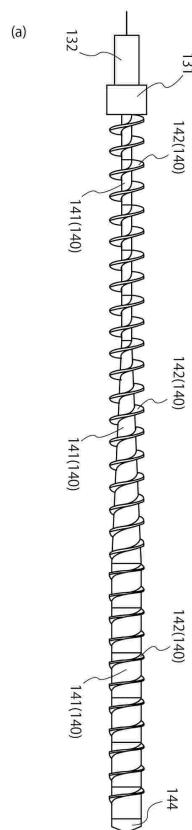
【 図 5 】



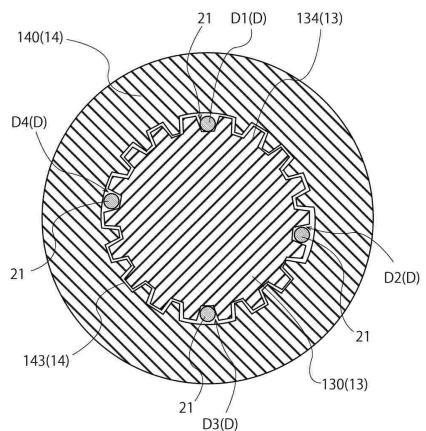
【 四 6 】



【図7】



〔 四 8 〕



10

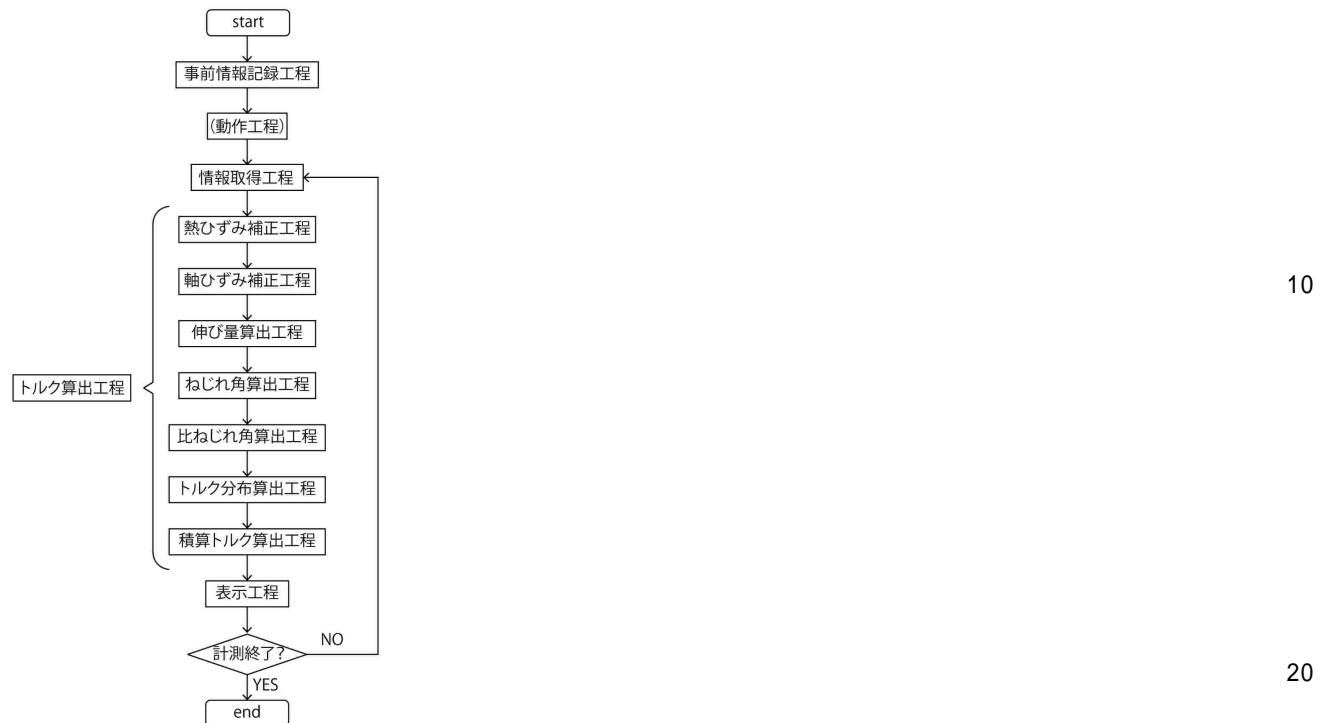
20

30

40

50

【図9】



---

フロントページの続き

プラスチック工学研究所内

(72)発明者 鬼防 崇

大阪府枚方市野村中町 2 番 3 号株式会社プラスチック工学研究所内

F ターム (参考) 4F201 AJ08 AM24 AP04 AP05 AP06 AR20 BA01 BC02 BD05 BK13

BK26 BK74

4F207 AJ08 AM24 AP04 AP05 AP06 AR20 KA01 KK13 KM04