

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-123841

(P2013-123841A)

(43) 公開日 平成25年6月24日(2013.6.24)

(51) Int.Cl.  
B29B 7/48 (2006.01)

F I  
B29B 7/48

テーマコード (参考)  
4F201

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-273488 (P2011-273488)  
(22) 出願日 平成23年12月14日 (2011.12.14)

(71) 出願人 000001199  
株式会社神戸製鋼所  
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番  
4号  
(74) 代理人 100061745  
弁理士 安田 敏雄  
(74) 代理人 100120341  
弁理士 安田 幹雄  
(72) 発明者 山田 紗矢香  
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内  
(72) 発明者 福谷 和久  
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

最終頁に続く

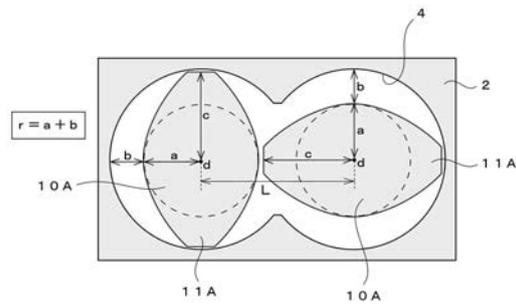
(54) 【発明の名称】 混練用セグメント

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 伸長度合いの高い流れを増大させる混練用セグメントを提供する。

【解決手段】 混練用セグメント10Aは、内部が空洞とされたバレル2に回転自在に收容される一対の混練スクリュのそれぞれに設けられて、当該混練スクリュとともに同方向に回転してバレル2内に供給される材料を混練するものであって、径外側に向かって突出する混練フライト11Aを少なくとも2条有し、バレル2の空洞の半径rに対する谷径aの比を0.6以下とする。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内部が空洞とされたバレルに回転自在に収容される一対の混練スクリュのそれぞれに設けられて、当該混練スクリュとともに同方向に回転して前記バレル内に供給される材料を混練する混練用セグメントであって、

径外側に向かって突出する混練フライトを少なくとも2条有し、前記バレルの空洞の半径に対する谷径の比を0.6以下とすることを特徴とする混練用セグメント。

**【請求項 2】**

前記混練フライト間を結ぶ外表面が一方の混練フライト側から他方の混練フライト側に向かって凸面と凹面で構成され、前記凸面を回転方向に向けていることを特徴とする請求項1に記載の混練用セグメント。

10

**【請求項 3】**

前記混練用フライトは、前記混練スクリュの軸方向に沿って連続的に螺旋状に形成されると共に、前記混練スクリュの軸垂直方向に切断したときに一定形状の断面を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の混練用セグメント。

**【請求項 4】**

前記混練スクリュの軸方向に垂直な断面において、前記混練フライト間の外表面を構成する凸面と凹面は連続していることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の混練用セグメント。

**【発明の詳細な説明】**

20

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、押出機や連続混練機などに用いられる混練用セグメントに関し、特に、分散混練に効果的な混練用セグメントに関する。

**【背景技術】****【0002】**

一般に、押出機や連続混練機などの混練設備においては、バレル内に高分子樹脂のペレットや粉状の添加物などの材料が供給される。供給された材料は、バレル内に挿通された一対の混練スクリュによって混練されながら下流側へ送られる。

混練スクリュは様々な種類のセグメントを複数備えており、各セグメントは、セグメントの中心を貫通するスプライン軸に固定されている。例えばロータセグメントやニーディングディスクセグメントなどの混練用セグメントにスクリュセグメントを組み合わせることで製品用途に合わせて様々な材料を混練できるようになっている。

30

**【0003】**

ところで、近年、混練される材料の種類が多くなるとともに、混練機で製造される製品の種類も増加している。それに伴って、複数の材料がどの程度均等に混練されているかといった製品の均質性に対する要求も益々高くなっている。

特許文献1には、上述の要求を満たすための二軸押出機のスクリュが開示されている。

特許文献1に開示の同方向噛合型二軸押出機スクリュは、基部から先端にかけてフィード部、混練部、次いでポンピング部で構成される同方向噛合型二軸押出機スクリュにおいて、スクリュ谷径と相手スクリュの外径との噛合い隙間  $S$  が一定のとき、スクリュ外径  $d_o$  とスクリュ谷径  $d_i$  の比  $d_o / d_i$  が  $1.65 \sim 1.85$  および  $1.45 \sim 1.63$  の混練用スクリュを組み合わせることを特徴とするものである。

40

**【0004】**

特許文献1は、このような同方向噛合型二軸押出機スクリュによれば、セルフクリーニング作用が確保され、局部発熱のない適正な温度での混練押出が可能となるとしている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特開2004-284195号公報

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

一般に、混練には分散混合（分散混練）と分配混合（分配混練）とがあるとされている。分散混練はフィラの凝集塊などをつぶす混練を、分配混練は材料を均一化する混練を指す。このうち分散混練では材料のせん断流れよりも伸長流れの方が優位であるので、バレル内において、伸長流れが強い流体体積割合が高いほど効果的に分散混練を行うことができると言える。

## 【0007】

ところで、特許文献1に開示の同方向噛合型二軸押出機スクリュは、上述の分散混練や分配混練の別を、特に意識したものではない。しかし、セグメントは、相手スクリュの付着樹脂を掻き落とすセルフクリーニング作用の能力（セルフクリーニング性）を得るために、セグメント間のクリアランス（＝軸間－（セグメント外径＋セグメント谷径））が一定となるように形成されている。

## 【0008】

しかし、セグメント間のクリアランスを一定としなければならないのなら、バレルとセグメントとの間の空間を確保して流体体積割合を高めることは困難であり、そのため、伸長流れを効果的に促進させつつ分散混練を行うことも困難となる。

そこで本発明は、上記問題点に鑑み、伸長度合いの高い流れを増大させる混練用セグメント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】

## 【0009】

上記課題を解決するため、本発明の混練用セグメントは以下の技術的手段を講じている。

本発明の混練用セグメントは、内部が空洞とされたバレルに回転自在に収容される一対の混練スクリュ（混練ロータ）のそれぞれに設けられて、当該混練スクリュとともに同方向に回転して前記バレル内に供給される材料を混練する混練用セグメントであって、径外側に向かって突出する混練フライトを少なくとも2条有し、前記バレルの空洞の半径に対する谷径の比を0.6以下とすることを特徴とする。

## 【0010】

好ましくは、前記混練フライト間を結ぶ外表面が一方の混練フライト側から他方の混練フライト側に向かって凸面と凹面で構成され、前記凸面を回転方向に向けているとよい。

また、好ましくは、前記混練用フライトは、前記混練スクリュの軸方向に沿って連続的に螺旋状に形成されると共に、前記混練スクリュの軸垂直方向に切断したときに一定形状の断面を有するとよい。

## 【0011】

さらに、好ましくは、前記混練スクリュの軸方向に垂直な断面において、前記混練フライト間の外表面を構成する凸面と凹面は連続しているとよい。

## 【発明の効果】

## 【0012】

本発明の混練用セグメントによれば、伸長度合いの高い流れを増大させる混練用セグメントを提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【図1】(a)は、本発明の第1実施形態による2軸押出機の概略図であり、(b)は、2軸押出機の軸垂直方向におけるバレルの断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態による混練用セグメントの構成を示す断面図である。

【図3】本発明の第2実施形態による混練用セグメントの構成を示す断面図である。

【図4】本発明の第1実施形態及び第2実施形態による混練用セグメントについて、バレル半径に対する谷径の比とFN>0.7体積割合との関係を表すグラフを示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0014】

## (第1実施形態)

以下、本発明の第1実施形態による混練用セグメント10A及び2軸押出機1を、図面に基づき詳しく説明する。

図1(a)及び図1(b)に示すように、本発明の2軸押出機1は、内部が空洞となったバレル2と、バレル2内部の空洞に収容される混練ロータ(混練スクリュ)3とを有している。このバレル2の内部には、混練ロータ3を収容可能な円通孔4が平行に2つ並んで穿孔されて、空洞が形成されている。2つの円通孔4, 4は、その内壁面の一部同士が互いに重なり合うようになっており、一方の円通孔4から他方に材料を移動可能となっている。これら2つの円通孔4, 4のそれぞれには混練ロータ3が挿通されており、この押出機は混練ロータ3を合計で2軸有する2軸押出機となっている。

10

## 【0015】

次に、本実施形態による2軸押出機1の構成を詳しく説明する。

なお、以下の説明において、図1(a)の紙面の左側を2軸押出機1を説明する際の upstream 側とし、紙面の右側を downstream 側とする。また、図1(a)の紙面の左右方向を、2軸押出機1を説明する際の軸方向といい、さらに、軸方向に対して垂直な方向を軸垂直方向という。

## 【0016】

図1(a)に示すように、バレル2は、軸方向に沿って長い筒状に形成されており、その内部には、上述したように2つの円通孔4, 4が平行に並んで upstream から downstream に向かって形成されている。バレル2の軸方向の upstream 側にはバレル2内に材料を供給するホッパ5が設けられており、またバレル2の内部には電気ヒーターや加熱した油を用いた加熱装置(図示略)が備えられている。

20

## 【0017】

図1(b)に示すように、円通孔4は、バレル2の内部を軸方向に向かって水平にくり抜いて得られる略円筒状の横穴であり、バレル2を軸垂直方向に切断したときの断面は、円通孔4に対応する略円形の開口を有する。円通孔4は、軸方向に水平且つ平行に並んで図1(b)の紙面垂直方向に1対設けられており、その内壁面の一部が互いに重なり合っている。それ故、バレル2を軸垂直方向に切断したときの断面形状は、いわゆる「めがね孔状」となっており、両円通孔4, 4の間で材料の流通(往来)が可能となっている。

30

## 【0018】

よって、2つの円通孔4, 4の中心軸同士の軸間距離Lは、円通孔4の内径rよりも小さくなっている。図1(b)にあるように、この軸間距離Lが円通孔4の内径rよりも小さく設定されることで、円通孔4の中心軸から内壁面を見て上下に60°程度の範囲において内壁面同士が重なり合っている。逆に言えば、上下60°程度の範囲で内壁面同士が重なるように軸間距離Lが設定されている。

## 【0019】

混練ロータ3は円通孔4のそれぞれを挿通するように、図1(b)の紙面垂直方向に1対設けられている。1対の混練ロータ3, 3は、軸方向に沿って配置されたスプライン軸6を内部に備えており、このスプライン軸6により串刺し状に複数のセグメントが固定された構成となっている。なお、図例の2軸押出機1は1対の混練ロータ3, 3がそれぞれの円通孔4の中で互いに同じ回転方向(図1(b)の例では、いずれも紙面に向かって時計回り方向)に回転する同方向回転型となっている。

40

## 【0020】

図1(a)に示すように、混練ロータ3は、さまざまな種類のセグメントを軸方向に組み合わせて構成されており、組み合わせるセグメントの種類によって複数のパートに分かれている。図例の混練ロータ3は、軸方向に送り部8、混練部7、及び押出部9の3つのパートで構成されている。混練部7は、材料を混練するパートである。送り部8は、混練部7より upstream 側に配備されてこの混練部7に材料を送るパートである。押出部9は、混練

50

部7より下流側に配備されて混練部7で混練された材料を下流側のペレタイザなどに送るパートである。

【0021】

3つのパートのうち混練部7は、混練ロータ3の中央に位置するパートであり、軸方向に連続して配備された複数の混練用セグメント10Aで構成されている。本実施形態では、混練用セグメント10Aはロータセグメントであり、このロータセグメント10Aを軸方向に連続して、例えば6個並べて配備することで混練部7が構成されている。これらロータセグメント10Aの構成は後に詳しく説明するが、混練用セグメント10Aは、軸垂直方向に切断したときの断面が略楕円形状であり、楕円の長径に沿った両端側に2条の混練フライト11Aを有している。これらの混練フライト11A、11Aは、混練ロータ3が回転すると混練フライト11Aの頂面(先端)がパレル2の円通孔4の内周面をかすめるように回転し、パレル2に付着した材料を残さず掻き取って材料を混練するようになっている。

10

【0022】

図2を参照しながら、本実施形態に係るロータセグメント10Aの構成について説明する。図2は、一对の混練ロータ3、3に備えられた隣り合うロータセグメント10A、10Aを示す断面図である。図2の断面図は、図1(b)と同様に、パレル2及び隣り合うロータセグメント10A、10Aを軸垂直方向に切断したときの断面を示している。

図2に示すように、ロータセグメント10Aは、スプライン軸6に固定された状態において、軸垂直方向に切断したときの断面が略楕円形状(ラグビーボール形状)となるように形成された柱状の部材である。よってロータセグメント10Aの外観形状は、凸面によって構成されている。

20

【0023】

ロータセグメント10Aの当該断面における中央にはスプライン軸6を挿通可能な挿通孔(図示せず)が軸方向に沿って形成されている。

図2に示す略楕円形状の断面において、略楕円形状の長軸の長さを長径としたときの長径の半分を、ロータセグメント10Aの外径と呼んで符号cで表す。また、略楕円形状の短軸の長さを短径としたときの短径の半分を、ロータセグメント10Aの谷径と呼んで符号aで表す。長軸と短軸の交点は符号dで表されており、ロータセグメント10Aの軸心であると共に、スプライン軸6の軸心でもある。ロータセグメント10Aの谷径aをパレル2の円通孔4の内壁面まで延長したときの距離、すなわち、谷径aの延長線上におけるロータセグメント10Aの表面から円通孔4の内壁面までの距離を符号bで表し、パレル2の円通孔4の半径を符号rで表すと、半径rは、谷径aと距離bの和( $r = a + b$ )で表される。

30

【0024】

ここで、パレル2の円通孔4の半径rは、ロータセグメント10Aの外径cより若干大きく、( $r > c$ )の関係が成立する。このとき、半径rと外径cの差( $r - c$ )は、パレル2と混練フライト11Aのクリアランスである。また、2つの円通孔4、4の中心軸同士の軸間距離Lは、ロータセグメント10Aの谷径aと外径cの和よりも若干大きく、( $L > a + c$ )の関係が成立する。このとき、軸間距離Lと、谷径a及び外径cの和( $a + c$ )は、セグメント間クリアランスである。

40

【0025】

このような形状によって、ロータセグメント10Aは、外径方向に沿って径外側に向かって突出する混練フライト11Aを少なくとも2条有することとなる。

ロータセグメント10Aは、上述の断面形状を有する柱状の部材であるので、軸方向に沿ったいずれの位置において軸垂直方向に切断したときの断面も、上で説明した断面と同様の形状となる。しかし、ロータセグメント10Aの表面には、2条の混練フライト11A、11Aがドリルの刃のように螺旋状に形成されている。つまり、2条の混練フライト11A、11Aが軸方向に沿って連続的にねじれて螺旋状に形成されているため、ロータセグメント10Aは、ドリルの刃のような外観形状を有している。ただし、一つのロータ

50

セグメント 10A の表面に形成された混練フライト 11A は、ドリルの刃のように、軸方向に沿って軸心 d を中心に複数回転（例えば、360° や 720°）ねじれるものではない。混練フライト 11A のねじれは、例えば、0° ~ 180° 程度である。

【0026】

本実施形態によるロータセグメント 10A は、上述のような断面形状において、バレル 2 の空洞である円通孔 4 の半径 r に対する谷径 a の比 ( $a/r$ ) を 0.6 以下 ( $a/r < 0.6$ ) とすることを特徴とする。

ここで、ロータセグメント 10A の外径 c は、円通孔 4 の半径 r よりもバレル 2 と混練フライト 11A のクリアランス分だけ短い。このクリアランスは、半径 r に対して非常に小さなものである。よって、外径 c が半径 r にほぼ等しいとすれば、ロータセグメント 10A は、上述のような断面形状において、外径 c に対する谷径 a の比 ( $a/c$ ) を 0.6 以下 ( $a/c < 0.6$ ) とすることを特徴とするともいえる。

10

【0027】

このように、本実施形態によるロータセグメント 10A は、バレル 2 の円通孔 4 の半径 r 及びロータセグメント 10A の外径 c に対する谷径 a の大きさが所定値以下に規定されていることを特徴の一つとしている。半径 r や外径 c に対する谷径 a の割合を所定の大きさよりも小さくすることで、バレル 2 とロータセグメント 10A の谷部との間の空間と大きくとることができる。これによって、混練される材料において伸長度合いの高い流れを増大させることができる。

20

【0028】

本実施形態では、上述のような構成のロータセグメント 10A を、スプライン軸 6 の軸方向に連続して例えば 6 個並べることで混練ロータ 3 の混練部 7 が構成されている。このとき、6 個のロータセグメント 10A は、それぞれの螺旋状の混練フライト 11A、11A が上流側のロータセグメント 10A から下流側のロータセグメント 10A にかけて連続するように、軸心周りの取り付け角度を変えながらスプライン軸 6 に取り付けられている。これによって、上流側のロータセグメント 10A から下流側のロータセグメント 10A にかけて、ドリルの刃のように軸心 d を中心に複数回転（例えば、360° や 720°）ねじれた混練フライト 11A を形成し、混練部 7 を構成することができる。

【0029】

この混練部 7 を有する一对の混練ロータ 3, 3 を円通孔 4, 4 のそれぞれに挿通する際には、一对の混練ロータ 3, 3 が互いに接触しないように、送り部 8、混練部 7、及び押出部 9 を噛み合わせなくてはならない。

30

図 2 に示すように、一对の混練ロータ 3, 3 の混練部 7, 7 のそれぞれは、軸垂直方向に切断したときのロータセグメント 10A, 10A のそれぞれの断面における各長径が、互いに略垂直となるように噛み合わされる。これによって、一对の混練ロータ 3, 3 が時計回りに同じ速度で回転する限り、ロータセグメント 10A, 10A の各長径は常に略垂直となる。

【0030】

図 4 を参照して、本実施形態によるロータセグメント 10A を用いた場合の効果を説明する。図 4 は、バレル 2 の円通孔 4 の半径 r に対する谷径 a の比 ( $a/r$ ) に対する「FN > 0.7 体積割合 (%)」を表すグラフである。

40

ここで、「FN > 0.7 体積割合 (%)」は、FN (フローナンバー) が 0.7 を超えるような伸長流れを起こす材料の全材料中における体積割合を示す値である。なお、FN (フローナンバー) は、流れ場の伸長度合いを示す指標であり、次の式 (1) で定義される。

$$FN = ( | \text{相当ひずみ速度} | ) / ( | \text{相当ひずみ速度} | + | \text{渦度} | ) \cdots (1)$$

式 (1) の定義によって、FN = 0 は純回転、FN = 1 は純伸長、FN = 0.5 は純せん断であることを示すことができる。よって、FN > 0.7 の体積割合が高いということは、全材料中において伸長度合いの高い流れが起きていることを示しているといえる。

【0031】

50

ここで、図4にかえり、丸印M1は、 $(a/r > 0.6)$ となる従来型ロータセグメントを用いたときの実験データを示している。この従来型ロータセグメント $(a/r = 0.638)$ を用いたときの「 $FN > 0.7$ 体積割合(%)」は、約8.00%である。また、図4は、白抜きの丸印で示すように、 $(a/r = 0.65)$ 前後のロータセグメントでは、約8.00%程度の「 $FN > 0.7$ 体積割合(%)」しか得られないことを示している。

#### 【0032】

このような従来型ロータセグメントによる「 $FN > 0.7$ 体積割合(%)」(約8.00%)を基準にして、本実施形態によるラグビーボール形状のロータセグメント10Aの実験データを参照する。

10

図4には、本実施形態による $(a/r = 0.567)$ のロータセグメント10Aを用いたときの実験データを、白抜きの丸印M2で示している。丸印M2は、「 $FN > 0.7$ 体積割合(%)」が8.50%を超える値を示しており、従来型ロータセグメントよりも高い「 $FN > 0.7$ 体積割合(%)」を得ている。よって、本実施形態による $(a/r = 0.567)$ のロータセグメント10Aを用いると、従来型ロータセグメントよりも伸長度合いの高い流れを起こせることが示されている。

#### 【0033】

さらに、白抜きの丸印M3は、「 $FN > 0.7$ 体積割合(%)」が9.00%を超える値を示しており、本実施形態による $(a/r = 0.537)$ のロータセグメント10Aを用いると、さらに伸長度合いの高い流れを起こせることが示されている。

20

以上のように、 $(a/r = 0.6)$ や $(a/c = 0.6)$ を満たす本実施形態のロータセグメント10Aを用いれば、従来と比べて、混練材料中に伸長度合いの高い流れを増大させることができる。

#### 【0034】

(第2実施形態)

図1、図3、及び図4を参照しつつ、本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態は、混練用セグメント10Aとは異なる構成の混練用セグメント10Bを用いる点で、第1実施形態とは異なる。本実施形態のその他の構成は、第1実施形態と同様であるので、以下には本実施形態による混練用セグメント10Bの構成について説明する。

#### 【0035】

30

図3は、一对の混練ロータ3, 3に備えられた隣り合うロータセグメント10B, 10Bを示す断面図である。図3の断面図は、第1実施形態における図2と同様に、バレル2及び隣り合うロータセグメント10B, 10Bを軸垂直方向に切断したときの断面を示している。

図3に示すように、ロータセグメント10Bは、スプライン軸6に固定された状態において、軸垂直方向に切断したときの断面が略S字状のいわゆる勾玉形状となるように形成された柱状の部材である。図3に示すロータセグメント10Bの断面は、図2に示す略楕円形状のロータセグメント10Aの断面の一部を切り欠いた形状を有しているため、略楕円形状における長軸及び短軸を有する形状となっている。本実施形態による混練用セグメント10Bは、第1実施形態による混練用セグメント10Aと同様に、長軸に沿った両端側に2条の混練フライト11B, 11Bを有している。

40

#### 【0036】

図3に示すロータセグメント10Bの断面形状は、長軸に関して対称な輪郭を有していると見ることができる。つまり、当該断面形状は、長軸に関して対称に2つの同じ形状の輪郭を有しており、各輪郭は、凸部と凹部で構成されている。ロータセグメント10Bは、図3の紙面に向かって時計回りに回転するものであり、回転方向側に凸部が向き、且つ反回転方向側に凹部が向くように、当該輪郭は構成されている。ここで、凸部と凹部は滑らかに連続しており、凸部から凹部への変わり目で段差などにより不連続とならないように、当該輪郭は構成される。言い換えれば、凸部を形成する凸状曲線と凹部を形成する凹状曲線とからなる当該輪郭は、変曲点を有しているといえる。

50

## 【0037】

ロータセグメント10Bの外観形状において、このような凸部は凸面を構成し、凹部は凹面を構成する。このことを踏まえて、図3を再び参照すると、混練フライト11Bの回転方向側は凸面で構成され、反回転方向側は凹面で構成されているといえる。つまり、2条の混練フライト11B、11B間を結ぶ外表面が一方の混練フライト11B側から他方の混練フライト11B側に向かって凸面と凹面で構成されているともいえる。

## 【0038】

なお、ロータセグメント10Bの当該断面における中央にはスプライン軸6を挿通可能な挿通孔(図示せず)が軸方向に沿って形成されている。

図3に示すロータセグメント10B断面において、長軸の長さを長径としたときの長径の半分を、ロータセグメント10Bの外径と呼んで符号cで表す。また、短軸の長さを短径としたときの短径の半分を、ロータセグメント10Bの谷径と呼んで符号aで表す。長軸と短軸の交点は符号dで表されており、ロータセグメント10Bの軸心であると共に、スプライン軸6の軸心でもある。ロータセグメント10Bの谷径aをバレル2の円通孔4の内壁面まで延長したときの距離、すなわち、谷径aの延長線上におけるロータセグメント10Bの表面から円通孔4の内壁面までの距離を符号bで表し、バレル2の円通孔4の半径を符号rで表すと、半径rは、谷径aと距離bの和( $r = a + b$ )で表される。

## 【0039】

ここで、バレル2の円通孔4の半径rは、ロータセグメント10Bの外径cより若干大きく、( $r > c$ )の関係が成立する。このとき、半径rと外径cの差( $r - c$ )は、バレル2と混練フライト11Bのクリアランスである。また、2つの円通孔4、4の中心軸同士の軸間距離Lは、ロータセグメント10Bの谷径aと外径cの和よりも若干大きく、( $L > a + c$ )の関係が成立する。このとき、軸間距離Lと、谷径a及び外径cの和( $a + c$ )は、セグメント間クリアランスである。

## 【0040】

このような形状によって、ロータセグメント10Bは、外径方向に沿って径外側に向かって突出する混練フライト11Bを少なくとも2条有することとなる。

ロータセグメント10Bは、上述の断面形状を有する柱状の部材であるので、軸方向に沿ったいずれの位置において軸垂直方向に切断したときの断面も、上で説明した断面と同様の略S字状のいわゆる勾玉形状となる。しかし、ロータセグメント10Bの表面には、2条の混練フライト11B、11Bがドリルの刃のように螺旋状に形成されている。つまり、2条の混練フライト11B、11Bが軸方向に沿って連続的にねじれて螺旋状に形成されているため、ロータセグメント10Bは、ドリルの刃のような外観形状を有している。ただし、一つのロータセグメント10Bの表面に形成された混練フライト11Bは、ドリルの刃のように、軸方向に沿って軸心dを中心に複数回転(例えば、 $360^\circ$ や $720^\circ$ )ねじれるものではない。混練フライト11Bのねじれは、例えば、 $0^\circ \sim 180^\circ$ 程度である。

## 【0041】

本実施形態によるロータセグメント10Bは、上述のような断面形状において、バレル2の空洞である円通孔4の半径rに対する谷径aの比( $a/r$ )を0.6以下( $a/r < 0.6$ )とすることを特徴とする。

ここで、第1実施形態と同様に、外径cが半径rにほぼ等しいとすれば、ロータセグメント10Bは、上述のような断面形状において、外径cに対する谷径aの比( $a/c$ )を0.6以下( $a/c < 0.6$ )とすることを特徴とするともいえる。

## 【0042】

このように、本実施形態によるロータセグメント10Bは、バレル2の円通孔4の半径r及びロータセグメント10Bの外径cに対する谷径aの大きさが規定されていることを特徴の一つとしている。また、この特徴に加えて、ロータセグメント10Bの外径形状を滑らかに連続する凸面と凹面と構成することで、混練フライト11Bの回転方向側を凸面で構成し、反回転方向側を凹面で構成することを特徴としている。

## 【0043】

反回転方向側を凹面で構成することによって、混練フライト11Bの反回転方向側においてパレル2とロータセグメント10Bとの間の空間を大きく確保することができ、多くの混練材料を当該空間に含むことができる。これに加えて、半径 $r$ や外径 $c$ に対する谷径 $a$ を所定の大きさよりも小さくすることで、当該空間にさらに多くの混練材料を含むことができる。これによって、混練時間を増大させることができ、流体が、伸長度合いの高い部分を通る確率を増大させることができる。

## 【0044】

図4を参照して、本実施形態によるロータセグメント10Bを用いた場合の効果を説明する。図4は、第1実施形態で説明したように「 $FN > 0.7$ 体積割合(%)」を表すグラフである。

図4には、本実施形態による( $a/r = 0.567$ )のロータセグメント10Bを用いたときの実験データを、菱形の角印M4で3つ示している。これら3つの角印M4は、パレル2と混練フライト11Bのクリアランスを3通りに変化させて実験した結果を示している。いずれも「 $FN > 0.7$ 体積割合(%)」が9.00%前後となっており、従来型ロータセグメントに関して( $a/r = 0.650$ )付近に菱形の角印で示す実験データの約8.00%よりも高い「 $FN > 0.7$ 体積割合(%)」を得ている。よって、本実施形態による( $a/r = 0.567$ )のロータセグメント10Bを用いると、従来型ロータセグメントよりも伸長度合いの高い流れを起こせることが示されている。

## 【0045】

さらに、図4には、本実施形態による( $a/r = 0.537$ )のロータセグメント10Bを用いたときの実験データを、菱形の角印M5で3つ示している。これら3つの角印M5も、パレル2と混練フライト11Bのクリアランスを3通りに変化させて実験した結果を示している。いずれも「 $FN > 0.7$ 体積割合(%)」が9.00%~9.50%前後となっており、さらに伸長度合いの高い流れを起こせることが示されている。

## 【0046】

以上のように、( $a/r = 0.6$ )や( $a/c = 0.6$ )を満たすと共に、凸面と凹面で構成された混練フライト11Bを有する本実施形態のロータセグメント10Bを用いれば、従来と比べて、混練材料中に伸長度合いの高い流れを大幅に増大させることができる。

なお、今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。特に、今回開示された実施形態において、明示的に開示されていない事項、例えば、運転条件や操業条件、各種パラメータ、構成物の寸法、重量、体積などは、当業者が通常実施する範囲を逸脱するものではなく、通常の当業者であれば、容易に想定することが可能な値を採用している。

## 【0047】

例えば、第1実施形態によるロータセグメント10A及び第2実施形態ロータセグメント10Bの断面形状は、上下左右に対称、又は回転対称であった。しかし、必ずしも対称形状に限定しなくてもよく、2条の混練フライトを互いに異なる形状となるように形成してもよい。特に、第2実施形態によるロータセグメント10Bの2条の混練フライト11Bにおける各凹面を、互いに異なる曲率となるように形成しても構わない。

## 【0048】

また、第1実施形態及び第2実施形態において、一对のロータセグメント10A及びロータセグメント10Bは、セグメント間クリアランスが一定の完全噛合となるように構成されたが、ロータセグメント10A及びロータセグメント10Bの凸面の曲率や谷径を任意に変化させて、セグメント間クリアランスを所望の大きさとなるように変化させてもよい。つまり、一对のロータセグメント10A及びロータセグメント10Bは、必ずしも完全噛合である必要はない。

## 【符号の説明】

## 【0049】

10

20

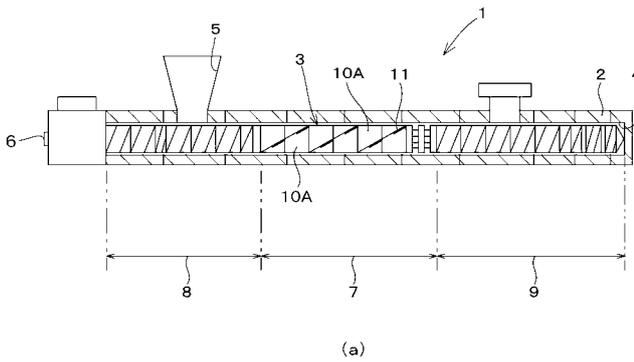
30

40

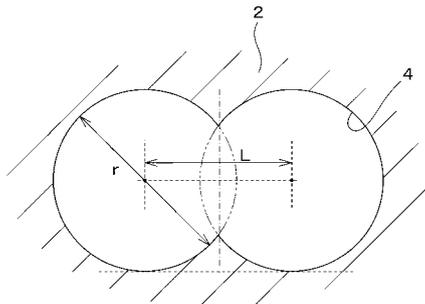
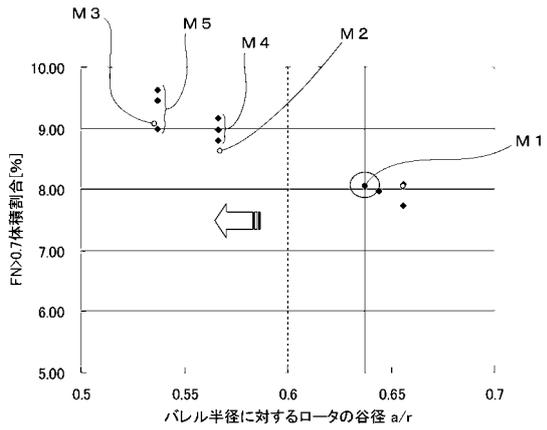
50

- 1 2軸押出機
- 2 バレル
- 3 混練ロータ
- 4 円通孔
- 5 ホッパ
- 6 スプライン軸
- 7 混練部
- 8 送り部
- 9 押出部
- 10A, 10B 混練用セグメント
- 11A, 11B 混練フライト

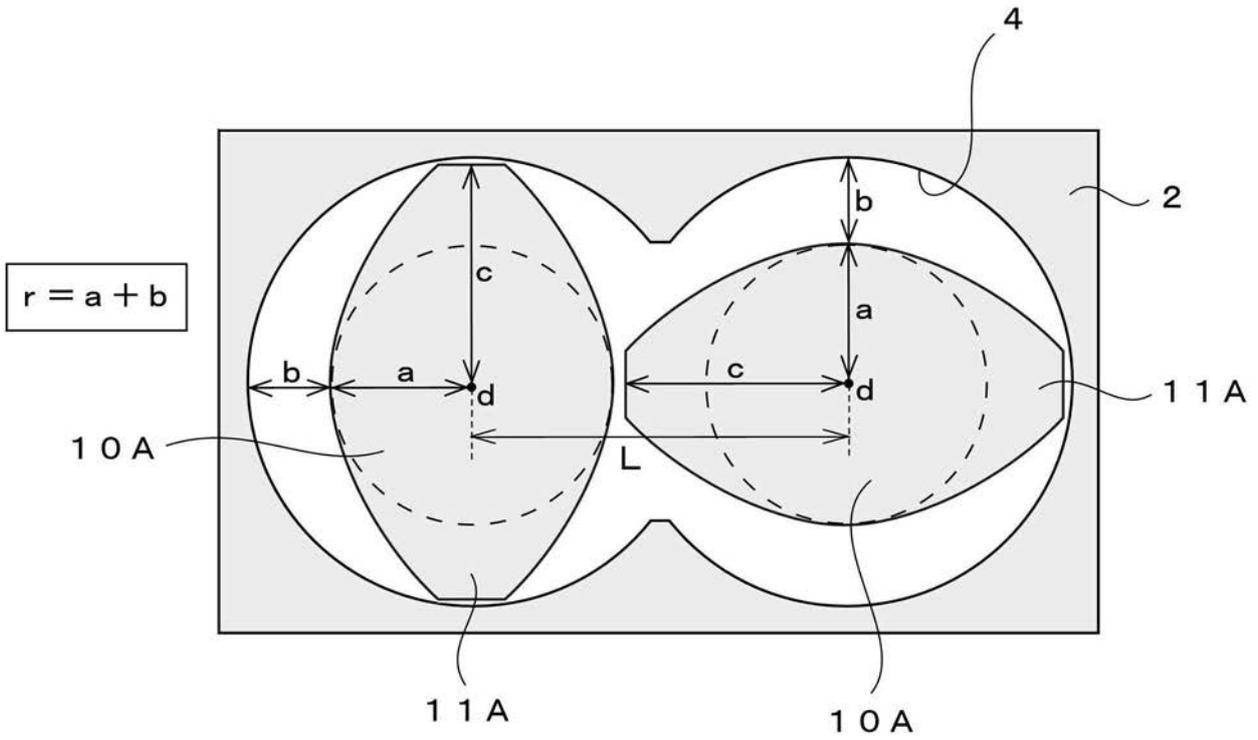
【図1】



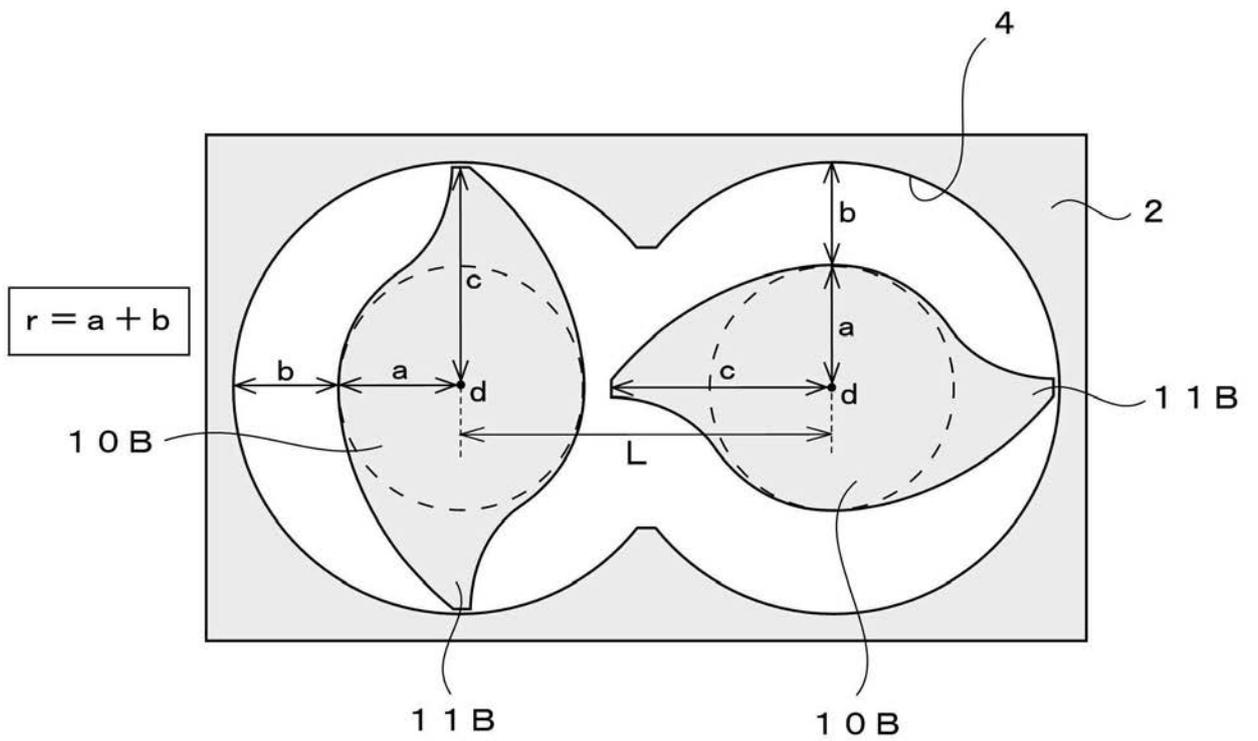
【図4】



【 図 2 】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山口 和郎

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内

Fターム(参考) 4F201 AJ02 AJ08 AR18 BA01 BC02 BK02 BK13 BK40 BK49 BK52