

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-509787
(P2004-509787A)

(43) 公表日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B 2 9 C 47/38	B 2 9 C 47/38	4 F 2 0 7
B 2 9 C 47/66	B 2 9 C 47/66	
// B 2 9 K 21:00	B 2 9 K 21:00	

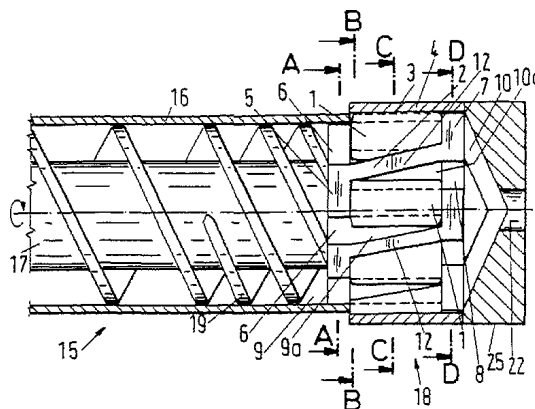
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 55 頁)

(21) 出願番号	特願2002-530285 (P2002-530285)	(71) 出願人	501251633 ベルシュトルフ ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング ドイツ連邦共和国 ハノーファー アン デア プライテン ヴィーゼ 3-5
(86) (22) 出願日	平成13年9月28日 (2001.9.28)	(74) 代理人	100099623 弁理士 奥山 尚一
(85) 翻訳文提出日	平成15年3月26日 (2003.3.26)	(74) 代理人	100096769 弁理士 有原 幸一
(86) 国際出願番号	PCT/DE2001/003801	(74) 代理人	100107319 弁理士 松島 鉄男
(87) 国際公開番号	W02002/026471	(72) 発明者	ウップス, ラインハルト ドイツ連邦共和国, 30419 ハノーバ ー, エールヴァースホフ 12
(87) 国際公開日	平成14年4月4日 (2002.4.4)	Fターム(参考)	4F207 AA45 KA01 KA17 KK13 KK30
(31) 優先権主張番号	100 49 730.6		
(32) 優先日	平成12年9月28日 (2000.9.28)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		
(31) 優先権主張番号	100 58 918.9		
(32) 優先日	平成12年11月21日 (2000.11.21)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		
(81) 指定国	EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), CA, CN, CZ, IN, JP, KR, S K, US		

(54) 【発明の名称】 高粘性媒体用スクリーユ押出機・歯車ポンプ装置

(57) 【要約】

本発明は、高粘性媒体用、特にプラスチック溶融体およびゴム配合物用のスクリーユ押出機・歯車ポンプ装置であって、単数または複数のスクリーユ軸と、単数または複数のスクリーユ軸に機械的に駆動結合されてそのポンプケーシングがスクリーユ押出機のハウジングの一部でありまたはこれに直接接続された歯車ポンプとを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高粘性媒体用、特にプラスチック溶融体およびゴム配合物用のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置であって、単数または複数のスクリュウ軸（17）と、単数または複数のスクリュウ軸に機械的に駆動結合されてそのポンプケーシング（4）がスクリュウ押出機（15）のハウジング（16）の一部でありまたはこれに直接接続された歯車ポンプ（18）と

、
 回転可能に支承された少なくとも1つの遊星歯車（1）を備えたキャリア（2）と、
 少なくとも1つの遊星歯車（1）と太陽歯車もしくはリングギヤ（3）の意味で協働する2つの他の機能要素と、

キャリア（2）を取り囲むポンプケーシング（4）と、

捩り剛性をもってキャリア（2）に結合されかつ被移送媒体用に少なくとも1つの流入口（6）を有する入口密封壁（5）と、

捩り剛性をもってキャリア（2）に結合されかつ被移送媒体用に少なくとも1つの流出口（8）を有する出口密封壁（7）と、

ポンプケーシング（4）によって取り囲まれて相互に密封された吸込室（9）および圧力室（10）とを備えており、吸込室（9）が移送方向で入口密封壁（5）の上流に配置され、少なくとも1つの流入口（6）を通して少なくとも1つの吸込室要素（9a）内に少なくとも1つの遊星歯車（1）に沿って出口密封壁（7）まで延びており、圧力室（10）が移送方向で出口密封壁（7）の下流に配置されており、

太陽歯車またはリングギヤ（3）として働く2つの機能要素のうちその都度一方だけが、少なくとも1つの遊星歯車（1）に噛合う歯を有し、他方の機能要素が少なくとも1つの密封領域（11）を有し、この密封領域が、少なくとも1つの遊星歯車（1）の周面の一部と長さとにわたって滑動可能に密封当接させて平滑壁に実施されており、

少なくとも1つの密封領域（11）を有する他方の機能要素が捩り剛性をもってキャリア（2）に結合されており、

少なくとも1つの吸込室要素（9a）を少なくとも1つの圧力室要素（10a）から分離するために、少なくとも1つの遊星歯車（1）に対して周方向でずらして、入口密封壁（5）から出口密封壁（7）まで延びる少なくとも1つの仕切壁（12）が配置されており、この仕切壁が、少なくとも1つの平滑壁密封領域（11）を有する他方の機能要素に捩り剛性をもって密封して結合されかつ半径方向で、歯を有する機能要素の歯の歯先円まで延びているスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 2】

圧力室（10）が少なくとも1つの流出口（8）を通して少なくとも1つの圧力室要素（10a）内に少なくとも1つの遊星歯車（1）に沿って入口密封壁（5）まで延びていることを特徴とする、請求項 1 に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 3】

少なくとも1つの仕切壁（12）が、少なくとも1つの遊星歯車（1）の軸方向全長にわたって広い面で遊星歯車（1）の周面でその歯に密封当接していることを特徴とする、請求項 1 に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 4】

それぞれ少なくとも2つ、特にそれぞれ少なくとも4つの遊星歯車（1）、仕切壁（12）、流入口（6）および流出口（8）が設けられていることを特徴とする、請求項 1～3 のいずれか1項に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 5】

少なくとも1つの遊星歯車（1）および歯付機能要素の歯が斜歯として実施されていることを特徴とする、請求項 1～4 のいずれか1項に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 6】

少なくとも1つの仕切壁（12）が斜歯に合わせて軸方向で螺旋状に延びていることを特

10

20

30

40

50

徴とする、請求項 5 に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 7】

少なくとも 1 つの仕切壁 (1 2) が、少なくとも 1 つの密封領域 (1 1) を有する機能要素と一体に構成されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 8】

リングギヤ (3) が歯を備えており、太陽歯車に相当する機能部材が少なくとも 1 つの密封領域 (1 1) を備えていることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 9】

キャリア (2) と、太陽歯車に相当する機能部材が、一体に構成されていることを特徴とする、請求項 8 に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 10】

入口密封壁 (5) または出口密封壁 (7) がキャリア (2) と一体に構成されていることを特徴とする、請求項 8 または 9 に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 11】

リングギヤ (3) が、ポンプケーシング (4) のリングギヤ (3) を取り囲む部分と一体に構成されていることを特徴とする、請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 12】

入口密封壁 (5) の外径が出口密封壁 (7) の外径に等しくなく、特に、それよりも小さいことを特徴とする、請求項 8 ~ 11 のいずれか 1 項に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 13】

歯車ポンプ (1 8) の吐出し量を変更可能とするために、太陽歯車に相当する機能部材、入口密封壁 (5) および出口密封壁 (7) と一緒にキャリア (2) がポンプケーシング (4) の内部でリングギヤ (3) に対して軸方向で摺動行程 w だけ摺動可能に配置されていることを特徴とする、請求項 8 ~ 12 のいずれか 1 項に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 14】

入口密封壁 (5) の (摺動方向に見た) 厚さ d が最大摺動行程 w よりも大きいことを特徴とする、請求項 13 に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 15】

少なくとも 1 つの遊星歯車 (1) が、および / または少なくとも 1 つの遊星歯車 (1) に噛合う歯を有する機能部材が、その歯の少なくとも表面近傍領域を軟弾性に実施されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 16】

弾性被覆 (1 4)、特に、ゴムまたは熱可塑性エラストマーからなる被覆を備えた製造技術上粗い公差を有する金属製歯車本体 (1 3) によって、歯が歯領域内でそれぞれ形成されていることを特徴とする、請求項 15 に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 17】

リングギヤ (3) または少なくとも 1 つの遊星歯車 (1) の歯が交互に、または断続的に、高さの異なる歯を備えて実施されており、または複数の遊星歯車 (1) の場合これら遊星歯車 (1) の少なくとも 1 つの遊星歯車の歯が他の遊星歯車とは別の歯丈を有していることを特徴とする、請求項 1 ~ 16 のいずれか 1 項に記載のスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置。

【請求項 18】

単数 / 複数のスクリュウ軸 (1 7) の移送端 (1 9) における条数がこれに接続された歯車ポンプ (1 8) の遊星歯車 (1) の数にそれぞれ等しいことを特徴とする、請求項 1 ~

10

20

30

40

50

17のいずれか1項に記載のスクリーpush機・歯車ポンプ装置。

【請求項19】

スクリー軸(17)の移送端(19)の上流にある部分の条数が移送端(19)における条数のそれぞれ半分であることを特徴とする、請求項18に記載のスクリーpush機・歯車ポンプ装置。

【請求項20】

歯車ポンプ(18)内の歯が斜歯に実施されており、スクリー軸(17)の条の螺旋傾きがスクリーpush機(15)の移送方向に関してそれぞれ逆であることを特徴とする、請求項1~19のいずれか1項に記載のスクリーpush機・歯車ポンプ装置。

【請求項21】

スクリー軸(17)がそれぞれキャリア(2)、リングギヤに相当する機能部材、入口密封壁(5)および出口密封壁(7)と一緒に軸方向で摺動可能に配置されていることを特徴とする、請求項1~20のいずれか1項に記載のスクリーpush機・歯車ポンプ装置。

【請求項22】

移送方向で歯車ポンプ(18)の下流にピンシリンダpush機領域(20)が配置されていることを特徴とする、請求項1~21のいずれか1項に記載のスクリーpush機・歯車ポンプ装置。

【請求項23】

スクリー軸(17)に軸方向で前後して2つの歯車ポンプ(18)が配置されており、移送方向で第2の歯車ポンプ(18)が真空脱気領域(21)の直接下流に配置されており、この真空脱気領域がピンシリンダpush機領域(20)に続いていることを特徴とする、請求項22に記載のスクリーpush機・歯車ポンプ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、高粘性媒体用スクリーpush機・歯車ポンプ装置に関する。

【0002】

DE A 2 1 0 0 4 0 3により公知の液圧ポンプは、遊星歯車装置の態様で1つの太陽歯車と、キャリアで回転可能に支承された複数の遊星歯車と、1つのリングギヤとを備えており、すべての歯車が歯を有している。互いに噛合う遊星歯車とリングギヤとの間や、互いに噛合う遊星歯車と太陽歯車との間には、吸込室要素と圧力室要素が交互に形成され、これらの要素がキャリアの円弧状隔壁によって密封されており、キャリアはその他、歯車間の空隙を満たしている。遊星歯車、リングギヤおよび太陽歯車の平坦面は、相互に離間配置される2つの平らなケーシング壁にそれぞれ密封載置され、これらケーシング壁が壁開口部を備えており、壁開口部は歯車間の個々の吸込室要素および圧力室要素を、液圧供給路を備えてヘッドとして機能する吸込室に接続し、もしくは液圧排出路を備えてヘッドとして機能する圧力室に接続している。遊星歯車ポンプと称するこの公知の歯車ポンプでは、キャリアが好ましくは固定されている一方、太陽歯車とリングギヤは公転するようになっている。このようなポンプはかなりの上流圧力で供給されなければならないが、したがってセルフクリーニング性でないため、高粘性媒体の移送には基本的にあまり適していない。

【0003】

DE 3 6 3 1 5 2 7 C 1により公知の類似の歯車ポンプは、回転数に左右されることなく吐出し量の変更を可能とするものである。このポンプは、やはり歯付遊星歯車、キャリア、歯付リングギヤおよび歯付太陽歯車を有し、これらは外側からポンプケーシングによって包囲されている。吐出し量を変えるために、被動太陽歯車の回転数にかかわらず選択的にキャリアの公転運動またはリングギヤの回転運動を停止させることができるようになっている。キャリアは、複数の流入口を有する入口密封壁とそれから軸方向で離間した、複数の流出口を有する出口密封壁とを備えており、これらの壁は回転可能に密封されて円筒形ポンプケーシング内で支承されている。ポンプケーシング内には、移送方向で入口密

10

20

30

40

50

封壁の上流に吸込室が配置され、移送方向で入口密封壁の下流に圧力室が配置されている。吸込室はそれぞれ流入口を通して、出口密封壁まで達する個々の吸込室要素内に延びるのに対して、圧力室は流出口を通して、入口密封壁まで達する個々の圧力室要素内に延びている。吸込室要素および圧力室要素は、遊星歯車とリングギヤと太陽歯車との間の空隙内にそれぞれ配置され、かつ入口密封壁と出口密封壁との間に配置されて中実を実施されるキャリアの空隙充填部分によって、相互に密封されている。被移送媒体用供給路は、ポンプケーシングの壁に通されたキャリア回転軸の内部で縦穴の態様で延びて横穴に移行しており、移送媒体用排出路は相応の仕方では太陽歯車の回転軸に通されている。このようなポンプは、穴の直径が小さく、流入口や流出口の横断面積が小さいので、高粘性媒体の移送には不適であろうし、セルフクリーニング性もないであろう。

10

【0004】

遊星歯車ポンプとして働く別の歯車ポンプがUS3870437により公知である。被移送容積は、太陽歯車とリングギヤとの間、そして2つの直接隣接する遊星歯車の間の空隙内にそれぞれ収容される。遊星歯車の公転中にポンピング作用を生成すべく、この空隙の大きさを吸入個所の領域（流入領域）では連続的に増大させ、圧力ゾーンの領域（流出領域）では連続的に低減させるために、このポンプは柔軟に変形可能な歯車を有している。例えば、リングギヤと被動太陽歯車は互いに偏心して配置することが可能であり、リングギヤと太陽歯車との間のさまざまな隙間幅に変形（長円形）によって適応できる軟質遊星歯車を利用している。

【0005】

これら公知の遊星歯車ポンプに共通する特徴として、遊星歯車だけでなくリングギヤと太陽歯車もそれぞれに歯を有し、これらの歯が遊星歯車装置の意味で互いに噛合っている。

20

【0006】

プラスチック溶融体またはゴム配合物の加工時において従来一般に使用される歯車ポンプは、円筒歯車装置の意味で作動し、大抵の場合スクリー押出機に接続されている。通常、歯車ポンプは、単数または複数の押出機軸の駆動装置とは別の駆動装置を有している。このような押出機が例えばEP0508080A2により公知である。押出機スクリーは、被押し出し材料を歯車ポンプの隔板領域内に直接送り、歯車ポンプは互いに噛合う2つの円筒歯車を有している。この種の歯車ポンプはセルフクリーニング性でなく、それゆえに大抵の場合、その都度加工されるべき材料の変更時、材料変更後の品質低下を甘受しなくともよいように手間のかかる分解・清浄作業を必要としている。

30

【0007】

EP0564884A1により公知の二軸スクリー押出機は、そのスクリー軸が被加工溶融体の圧力を高めるための部分内に歯車ポンプの2つの円筒歯車の1つをそれぞれ備えており、スクリー軸によって歯車の直接的駆動が行われている。端面側、すなわちスクリー軸の長手軸に直角に延びる2つの密封壁が流入側もしくは流出側に対し溶融体用貫流窓を備えており、この密封壁によって吸込室と圧力室が相互に分離されている。この歯車ポンプもセルフクリーニング性ではない。その吐出し量は、スクリー軸の回転数にかかわらず変更することはできない。

【0008】

最後に、EP0642913A1により公知の単軸スクリー押出機は、その最後のスクリー部分の上流に円筒歯車装置型の歯車ポンプを有している。歯車ポンプの2つの円筒歯車の一方はスクリー押出機のスクリー軸に直接固着され、このスクリー軸によって駆動されるようになっている。押出機ハウジングが側部膨らみ部を有し、歯車ポンプの第2円筒歯車がこの膨らみ部内で支承されている。円筒歯車の平坦側に各1つの密封壁が当接し、この密封壁は押出機のハウジング内で形状噛合式に支承されている。密封壁または押出機ハウジングは、被押し出し材料用の吸引側もしくは圧力側貫流窓をそれぞれ備えている。この公知押出機でもセルフクリーニング性は保証されていない。

40

【0009】

本発明の課題は、高粘性材料を加工するのに特別適しかつ十分にセルフクリーニング式に

50

作動するスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置を提案することである。

【0010】

この課題は、請求項1の特徴で解決されることになる。また、この歯車ポンプの有利な諸構成は従属請求項から明らかとなる。

【0011】

本発明が提供するスクリュウ押出機・歯車ポンプ装置では、歯車ポンプが基本的に遊星歯車装置に合わせて構成され、プラスチック溶融体、ゴム配合物等の高粘性媒体を移送するのに特別適しており、被移送媒体の供給をさしたる上流圧力なしに行うことができるので、セルフクリーニング性が十分である利点を有することになる。本発明が出发点とする遊星歯車ポンプは、キャリアとキャリア内で回転可能に支承される少なくとも1つの遊星歯車とを有している。また、この遊星歯車ポンプが2つの他の機能要素を有し、機能要素は太陽歯車もしくはリングギヤの意味で少なくとも1つの遊星歯車と協働することになる。さらに、遊星歯車および前記2つの機能要素を備えたキャリアを外側から取り囲むポンプケーシングと、入口密封壁および出口密封壁が設けられている。入口密封壁は捩り剛性をもってキャリアに結合されており、被移送媒体用に少なくとも1つの流入口を有している。相応する仕方で出口密封壁は捩り剛性をもってキャリアに結合され、被移送媒体用に少なくとも1つの流出口を備えている。さらにこの歯車ポンプは、ポンプケーシングによって取り囲まれて相互に密封された吸込室と圧力室とを有し、吸込室は移送方向で入口密封壁の上流に配置され、少なくとも1つの流入口を通して少なくとも1つの吸込室要素内に少なくとも1つの遊星歯車に沿って出口密封壁まで延びており、圧力室は移送方向で出口密封壁の下流に配置されている。このような歯車ポンプにおいて本発明によれば、太陽歯車またはリングギヤとして働く2つの機能要素のうちその都度一方だけが、少なくとも1つの遊星歯車に噛合う歯を有し、それに対し他方の機能要素は少なくとも1つの密封領域を有し、この密封領域は、少なくとも1つの遊星歯車の周面の一部と長さとにわたって滑動可能にこの遊星歯車に密封当接するように平滑壁に実施されている。本発明ではさらに、少なくとも1つの密封領域を有する機能要素が捩り剛性をもってキャリアに結合されており、つまり同じ運動を行うことになる。少なくとも1つの吸込室要素が少なくとも1つの圧力室要素から密封分離されるのを保証するために、本発明では他の主要特徴として、少なくとも1つの遊星歯車に対して周方向でずらして少なくとも1つの、入口密封壁から出口密封壁まで延びる仕切壁が配置されており、この仕切壁は、少なくとも1つの平滑壁密封領域を有する機能要素に捩り剛性をもって密封して結合されかつ半径方向で、歯を有する機能要素の歯の歯先円まで延びている。

【0012】

好ましい実施形態において、圧力室は少なくとも1つの流出口を通して少なくとも1つの圧力室要素内に少なくとも1つの遊星歯車に沿って入口密封壁まで延びている。これは、圧力室要素と吸込室要素が遊星歯車に対してそれぞれ向き合うことを意味している。

【0013】

別の実施形態において、各圧力室要素の容積はごく小さくされ、好ましくはゼロにされている。これは、仕切壁が各遊星歯車の軸方向全長にわたって広い面で遊星歯車の周面でその歯にそれぞれ密封当接することを意味している。この実施の場合、歯車ポンプの特別効果的なセルフクリーニング性が保証されている。

【0014】

少なくとも1つの遊星歯車と同様に歯を備えてこれに噛合う機能要素は、好ましくはリングギヤである。このリングギヤは固定配置が可能であるので、リングギヤは望ましくはポンプケーシングと一体に実施され、または少なくとも捩り剛性をもって、リングギヤを取り囲むポンプケーシング内で支承されている。この場合、キャリアは太陽歯車に相当する機能部材と一緒に公転し、好ましくはこれと一体に実施されている。つまり、通常の遊星歯車装置におけるような歯付太陽歯車がここにはない。つまり少なくとも1つの遊星歯車は、このような太陽歯車の歯と噛合うのではなく、本来なら太陽歯車として機能する機能部材の少なくとも1つの密封領域内で滑動可能に密封されて移動するようになっている。

【0015】

逆の配置を選択することも当然に可能であり、ここでは歯付太陽歯車を利用され、リングギヤとして機能する機能部材は歯を持つのでなく、少なくとも1つの密封領域を備えている。その場合、「リングギヤ」はキャリアのように停止することができる。しかし、構造が単純であるので、歯付リングギヤと無歯「太陽歯車」とを使った前記解決が優先される。

【0016】

好ましくは複数、つまりそれぞれ少なくとも2つ、好ましくはそれぞれ少なくとも4つの遊星歯車、仕切壁、流入口および流出口が設けられている。遊星歯車およびこれに噛合う機能部材（つまり好ましくはリングギヤ）の歯は直歯にしておくことができ、しかし好ましくは斜歯で実施されることになる。これが、本発明による遊星歯車ポンプの特別均一な移送を可能とするものである。

10

【0017】

遊星歯車と、これに噛合う機能部材は、山歯に実施しておくこともできる。しかしその場合分解が困難になる。しかしこの困難にする条件のもとでも、例えばリングギヤの分割実施によって分解はなお実行できることになる。

【0018】

本発明の他の好ましい実施形態において、仕切壁は斜歯に合わせて軸方向で螺旋状に延びている。その際、仕切壁は少なくとも1つの密封領域を有する機能要素と一体に、つまり好ましくは「太陽歯車」と一体に構成するのが好ましい。その場合、キャリアも「太陽歯車」と一体に構成されていることが好ましい。

20

【0019】

遊星歯車は、好ましくは入口密封壁および出口密封壁内で支承され、これによりキャリアの一部となっている。これらの部材を個別に構成することも当然に可能である。遊星歯車を容易に取り付けかつ分解できるように、2つの密封壁の一方だけ、好ましくは入口密封壁を、キャリアと一体に構成し、他方の密封壁を個別の部材としてそのままにしておくこと有利である。

【0020】

歯車ポンプをスクリュウ押出機のハウジング内に容易に収容できかつ簡単な分解性を保証するためには、入口密封壁の外径が出口密封壁の外径に等しくなく、好ましくはそれよりも小さく形成されている方がよい。これにより、大抵の場合、スクリュウ押出機の移送端で押出機に結合される歯車ポンプは、押出機のヘッド端でハウジングから容易に引き出すことができる。

30

【0021】

操業中に歯車ポンプの吐出し量の変更を可能とするために、本発明の他の好ましい実施形態では、太陽歯車に相当する機能部材、入口密封壁および出口密封壁と一緒にキャリアがポンプケーシングの内部で歯付リングギヤに対して軸方向で摺動行程 w だけ摺動可能に配置されている。これにより、リングギヤと遊星歯車との間の歯噛合い長、したがって歯の押しのけ容積は変更することができる。吸込室と圧力室との間に好ましくない漏れが生じることのないように、ポンプケーシング内で密封して滑動可能に支承され摺動時にリングギヤの歯領域内に移動する入口密封壁はその軸方向厚さ d を（すなわち摺動方向に見て）最大摺動行程 w よりも大きく選定するのが好ましい。これにより、ポンプケーシングと入口密封壁との間の密封はそのまま維持されることになる。しかし、僅かな摺動によって圧力室と吸込室との間に意図的に漏れを生じさせてポンプの移送性能を絞るようにすることもできる。

40

【0022】

公知の遊星歯車ポンプとは異なり、歯車ポンプを軸方向で調整する短時間だけ、その限りでごく僅かなエネルギー消費量の駆動装置が必要となるだけであるので、操業中の移送性能の絞りは1つの機能要素（リングギヤまたは太陽歯車）用に絶えず必要な第2駆動装置なしに可能である。歯車ポンプの移送性能が調整できることによって、さまざまな材料の

50

加工への適合が可能となる。

【0023】

遊星歯車および/またはこれに噛合うリングギヤもしくは太陽歯車は歯の表面近傍領域を軟弾性を実施するのが製造技術上好ましいことがある。その場合、厳密な歯に比べて製造技術上比較的粗い公差の金属製歯車本体を製造することができ、この歯車本体は仕上げられた歯の目標寸法よりも小さな寸法を有し、次に弾性被覆、特に、ゴムまたは熱可塑性エラストマーからなる被覆を備えられる。この被覆は優れた弾性特性を有するので、こうして仕上げられた歯に対する要求条件も純金属製の歯の場合よりも緩やかである。過寸法は変形によっていわば補償することができる。僅かな過寸法を有するゴム被覆によって、リングギヤの歯空洞は完全に清浄化することができる。

10

【0024】

本発明の他の変更態様では、リングギヤまたは遊星歯車の歯が交互に、または断続的に、高さの異なる歯を有して実施されている。つまり例えば、半分の歯が通常の寸法を有し、残り半分の歯が低減された寸法を有し、両方の歯寸法が周面にわたって絶えず交番している遊星歯車が利用されている。ポンプが複数の遊星歯車を有する場合、異なる遊星歯車、すなわち通常の歯丈を有する遊星歯車と低減された歯丈を有する別の遊星歯車を使用することもできる。これによってもたらすことのできる効果は、部分的に低減された歯丈によって、各歯車と協働する相手歯車の歯溝内に含まれる材料の圧縮を行うことができることにある。圧縮された材料は次に、完全に形成された歯とぶつかってはじめて歯溝から押し出されて移送されることになる。

20

【0025】

つまり、連続的に低減する歯丈を有する遊星歯車の場合、リングギヤの歯溝内にある材料は、最初に圧縮され、その歯が完全に構成された後続の遊星歯車によってはじめて、膨張流れおよび剪断流れのもとで歯溝からその都度押し出されることになる。歯車ポンプが4つの遊星歯車を有する場合、各2つの向き合う遊星歯車は低減された歯丈で形成され、残り2つの向き合う遊星歯車は通常の歯丈で形成されている。歯車ポンプ内にある強制流れによって、被加工材料の連続的均質化と混合(例えば充填剤)が促進されることになる。

【0026】

遊星歯車およびリングギヤの歯の歯幾何学は基本的に任意である。一方の歯車の歯が他方の歯車の歯溝に噛合い、他方の歯車の各歯溝を制限する両方の歯との密封滑り接触が生じるように確保しておかねばならないだけである。

30

【0027】

本発明によれば、遊星歯車装置型の単数または複数の歯車ポンプ、特に、プラスチック溶融体、ゴム配合物等の流動性媒体を移送するための歯車ポンプがスクリュウ押出機内で使用され、スクリュウ押出機は1つのスクリュウ軸を、または複数のスクリュウ軸も有することができる。単数もしくは複数のスクリュウ軸はそれぞれ歯車ポンプの駆動装置に機械的に結合されており、個別のポンプ駆動装置を必要としない。それとともに、歯車ポンプの駆動装置用に独自の制御装置も必要でなくなる。

【0028】

通常、ポンプケーシングはスクリュウ押出機のハウジングに直接接続され、もしくは好ましくは押出機ハウジングの一部である。

40

【0029】

特に有利には、単数もしくは複数のスクリュウ軸の移送端における条数はこれに接続された歯車ポンプの遊星歯車の数にそれぞれ等しく選定されている。しかし、条数はスクリュウ全長にわたって決して一定である必要はない。本発明による歯車ポンプの主な使用では、スクリュウ軸の移送端の上流にある部分においてスクリュウ軸の条数が移送端における条数のそれぞれ半分に選定されている。

【0030】

斜歯を有している遊星歯車ポンプを利用する場合、スクリュウ軸の条の螺旋傾きがスクリュウ押出機の移送方向に対してそれぞれ歯の傾きとは逆向きにしてあると有利である。

50

【0031】

遊星歯車ポンプを備えたスクリュウ押出機の移送性能を駆動回転数の変更なしに調節できるようにするために、スクリュウ軸がそれぞれキャリア、太陽歯車、入口密封壁および出口密封壁と一緒に軸方向で摺動可能に配置されていることが好ましい。押しのけ容積および/または吸込室と圧力室との間の要望する漏れが前述の如く制御されるので、摺り剛性をもってキャリアに機械的に結合されたスクリュウ軸の軸方向摺動によって、歯車ポンプの移送性能を調節することができることになる。

【0032】

スクリュウ押出機を歯車ポンプと組合せた場合の主要な利点は、昇圧特性が良好で、同時に歯車ポンプに供給するのにさしたる吸込圧力が必要でないために歯車ポンプ上流の押出機スクリュウをごく短く実施できることにある。押出機スクリュウの長さは、好ましくはスクリュウ直径の2倍～5倍の値である。

10

【0033】

遊星歯車ポンプの特別有利な使用は、歯車ポンプの下流にピンシリンダ押出機領域があるとき、特にゴム配合物を加工するためのスクリュウ押出機において生じることになる。このピンシリンダ押出機領域は例えばDE4039942A1により公知であり、その限りでその開示内容が本願に含められる。遊星歯車ポンプは、ピンシリンダ押出機領域にとって有利な高い上流圧力を容易に構成することができる。

【0034】

他の有利な応用において、このようなピンシリンダ押出機領域の下流になお真空脱気領域が接続され、押出機出口で所要の押出圧力を提供するために、この真空脱気領域に押出機の末端でなお第2遊星歯車ポンプが続いている。

20

【0035】

以下、図に示す実施例に基づいて本発明を詳しく説明するものである。

【0036】

図1～図3Dには、スクリュウ押出機15が軸方向縦断面図、幾つかの横断面図および略展開図(図2)で示されている。スクリュウ押出機15は1つのスクリュウ軸17を有し、スクリュウ軸は移送方向で見て、最初は2条に実施され、移送端19には2倍の条数を有し、つまり4条である。スクリュウ軸17は、押出機ハウジング16によって取り囲まれている。移送端19には直接接続した遊星歯車ポンプ18が設けられており、この遊星歯車ポンプは、ほぼ円筒形のポンプケーシング4を有し、キャリア2とその中で回転可能に支承された4つの遊星歯車1が当該ポンプケーシングの内部に配置されている。ポンプケーシング4の壁領域で内側に歯付リングギヤ3が設けられており、本発明の好ましい実施形態においてこのリングギヤ3はポンプケーシング4の部分と一体に実施されている。遊星歯車1の左側にある入口密封壁5は、密封されかつ押出機ハウジング16内で回転可能に支承されている。この入口密封壁5は遊星歯車1の数に合わせて4つの流入口6を備えている(図3A)。遊星歯車1の右側に配置された出口密封壁7はそれに合わせて4つの流出口8を備えている(図3D)。出口密封壁7も回転可能に、しかもポンプケーシング4内で、支承されている。入口密封壁5の左側、つまりスクリュウ軸17の4条部分の末端には歯車ポンプ18の吸込室9が設けられており、その圧力室10は出口密封壁7の右側に位置している。吸込室9は、流入口6を通して吸込室要素9aの態様で各1つの遊星歯車1に沿って出口密封壁7まで延びている。同様に、遊星歯車1の直径上で向き合う側にそれぞれ圧力室10が各1つの圧力室要素10aの態様で流出口6を通して入口密封壁5まで延びている(図1、図3B、図3C)。入口密封壁5と出口密封壁7も遊星歯車1の支承部を受容するので、機能的にはキャリア2に含まれ、このキャリアが合計4つの仕切壁12を備えている。仕切壁は、中央の本体から実質的に半径方向で遊星歯車1の間をリングギヤ3の歯まで延びている。図3B、図3Cから明らかとなるように、遊星歯車1は、平滑円筒形に形成された密封領域11内で滑動可能に各付属の仕切壁12もしくはキャリア2の中央本体にそれぞれ密封当接している。密封壁12は、キャリア2と一体に実施されている。遊星歯車1はリングギヤ3の歯と噛合っており、そこにも密封当接が与

30

40

50

えられている。こうして横断面で見て吸込室要素 9 a は、仕切壁 1 2、キャリア 2 の中央本体、中央本体とリングギヤ 3 の歯とに密封当接する付属の遊星歯車 1 およびリングギヤ 3 の一部によってそれぞれ密閉されている。遊星歯車 1 の軸に対して直径上でそれぞれ向き合う圧力室要素 1 0 a にも同様のことが当てはまり、圧力室要素は、図 3 B の図示断面位置のとき、入口密封壁 5 の近傍ではごく小さな横断面を有するだけである。対応する断面において出口密封壁 7 の近傍では逆の寸法事情が生じている。そこでは吸込室要素 9 a が図 3 B の圧力室要素 1 0 a の寸法を有するであろう。同様に、圧力室要素 1 0 a の横断面はそれぞれ図 3 b の吸込室要素 9 a の寸法を有することであろう。これはつまり、吸込室要素 9 a が横断面において流入口 6 から出口密封壁 7 まで連続的に低減する一方、反対側の圧力室要素 1 0 a が入口密封壁 5 から出口密封壁 7 内の流出口 8 まで連続的に横断面を増大させることを意味している。入口密封壁 5 と出口密封壁 7 との間の中心において吸込室要素 9 a の横断面は、図 3 C が示すように、圧力室要素 1 0 a とほぼ同じ大きさである。

10

【 0 0 3 7 】

圧力室要素 1 0 a の容積は、遊星歯車ポンプ 1 8 のセルフクリーニング能力を高めるために、必要なら、ゼロにまで低減させることが可能である。その場合、仕切壁 1 2 は、吸込室要素 9 a に向き合う側で各遊星歯車 1 の歯にそれぞれ直接密封載置されることになり、また被移送材料は直接に遊星歯車 1 およびリングギヤ 3 の歯の歯溝から流出口 8 を通して圧力室 1 0 内に達することになる。

【 0 0 3 8 】

通常遊星歯車装置において、太陽歯車に相当するキャリア 2 の中央本体は歯を何ら有していない一方、リングギヤ 3 は遊星歯車 1 と同様に有利には斜歯を備えている。同様に本発明の好ましい構成において、仕切壁 1 2 は螺旋状に、すなわちスクリュウ押出機 1 5 の長手軸に対して傾斜されており、この傾斜の傾きはスクリュウ軸 1 7 の条の傾きとは逆方向を向いている（図 1）。図示押出機からの出口は符号 2 2 で示されている。

20

【 0 0 3 9 】

図 1 の断面図からわかるように、ポンプケーシング 4 は、押出機ハウジング 1 6 に比べて拡大された直径を有している。押出機ハウジング 1 6 は、内径がリングギヤ 3 の歯の歯先円直径よりも僅かに小さく、押出機ハウジング 1 6 の右端面壁は書き込まれた切断線 B B の近傍でリングギヤ 3 の歯の歯溝横断面を完全に覆っている。遊星歯車 1 がリングギヤ 3 の歯と噛合う領域にある限り、この遊星歯車の歯溝にも同様のことが当てはまる。その他、遊星歯車 1 と空隙全体は、所要の流入口 6 に至るまで入口密封壁 5 によって完全に閉鎖されている（図 3 A）。出口密封壁 7 および流出口 8 に関して、遊星歯車 1 の反対側にも同様のことが当てはまる（図 3 D）。出口密封壁 7 は、外径がポンプケーシング 4 の内径に一致しており、リングギヤ 3 の歯の歯溝は歯の右端面側で出口密封壁 7 によって完全に密封されている。入口密封壁 5 の外径は、リングギヤ 3 の歯の歯先円直径よりも意図的に小さく選定されているので、分解を目的としてヘッド部材 2 5 の除去後に、キャリア 2 と遊星歯車 1 および両方の密封壁 5, 7 とのユニット全体をポンプケーシング 4 から右方向に問題なく引き出すことができる。

30

【 0 0 4 0 】

図示したスクリュウ押出機の動作様式は以下のとおりである：被加工媒体、例えば熱可塑性プラスチックの溶融体は、スクリュウ軸 1 7 内を左から右へと歯車ポンプ 1 8 の方向に移送される。2 条スクリュウ軸に沿って移動する 2 つの部分流から、移送端 1 9 で 2 つの付加的スクリュウ条によって 4 つの部分流が生成される。スクリュウ条は、図 2 の展開図から特にはっきりわかるように、それぞれ流入口 6 で成端し、つまり吸込室要素 9 a に注ぐ。スクリュウ軸 1 7 が機械的にキャリア 2 に結合されているので、キャリアは、やはりこれに結合された密封壁 5, 7 と一緒に同じ回転運動を行う。溶融体は、あまり大きな上流圧力を必要とすることなく、比較的大きな流入口 6 を通して個々の吸込室要素 9 a 内に達する。仕切壁 1 2 によって溶融体の材料は書き込まれた回転方向に応じてリングギヤ 3 の歯の歯溝に送り込まれる。それぞれ反対側の圧力室要素 1 0 a 内への溶融体の移送は各

40

50

遊星歯車 1 で 2 つの部分流で行われる。一方の部分流は各遊星歯車 1 の歯溝内で密封ゾーン 1 1 に沿って付属の圧力室要素 1 0 a 内に送られ、第 2 材料流は、遊星歯車 1 の歯が噛合う結果、リングギヤ 3 の歯溝から溶融体が絞り出されることによって生成される。こうして、ポンプ入口ではまだ 4 つの部分流からなる総流がいまや合計 8 つの部分流に分割され、遊星歯車ポンプは材料混合の向上に寄与し得ることになる。キャリア 2 の公転時に被移送材料が半径方向仕切壁 1 2 によってリングギヤ 3 の歯溝に送り込まれることによって、十分なセルフクリーニング性に対するこの歯車ポンプの特別な適性も得られる。

【 0 0 4 1 】

入口密封壁 5 は、したがってキャリア 2 の少なくとも一部も、スクリー軸 1 7 の実体的構成要素とすることもでき、つまり個別の部材とする必要はなくなる。

10

【 0 0 4 2 】

遊星歯車ポンプを備えた図 1 ~ 図 3 D に示すスクリー押出機の変更態様が図 4 に示されている。このスクリー押出機の基本的構造様式と機能は後者に一致しており、それらについては上記説明を参照するよう指示するものである。しかしそれとは異なり、図 4 のスクリー押出機 1 5 のスクリー軸 1 7 はキャリア 2 とこれに結合された入口密封壁 5 および出口密封壁 7 と一緒に軸方向で摺動可能であり、そのことは押出機の長手軸上に太線で示した両方向矢印で示唆されている。リングギヤ 3 の歯幅は符号 b_1 、遊星歯車 1 の歯幅は符号 b_2 である。両方の歯幅 b_1 、 b_2 はほぼ同じ大きさであり、スクリー軸がこれに機械的に結合されたキャリア 3 と共に左に摺動した図示しない出発位置（左端位置）のとき、両方の歯幅 b_1 、 b_2 は完全に重なり合うようになっている。スクリー軸 1 7 およびキャリア 2 は、この出発位置に対して行う摺動行程が図 4 において符号 w で示されている。それとともに、図示位置（右端位置の近傍）において歯は長さ b_1 w にわたって噛合うだけである。それに応じて、歯車ポンプ 1 8 の吐出し量が減少している。その際、密封領域 1 1（図 3 B、図 3 C）の脇に通される吐出し量の部分流はまったく影響を受けない。部分流、つまりリングギヤ 3 の歯溝に噛合う遊星歯車 1 の歯の押しのけによって引き起こされる材料部分流が変化するだけである。歯車ポンプ 1 8 のキャリア 3 の軸方向摺動によって、リングギヤ 3 の左側で歯溝領域において圧力室 1 0 と吸込室 9 との間に望ましくない漏れが生じるのを防止するために、入口密封壁 5 の符号 d とされた厚さが出口密封壁 7 の厚さよりもかなり大きくなっている。気密性を維持するためには、入口密封壁 5 の周面が摺動にもかかわらず押出機ハウジング 1 6 またはこの領域内で延長されたポンプケーシング 4 の平滑壁内面に引き続き密封当接すべく、この厚さ d は最大摺動行程 w よりも少なくとも僅かに大きくなければならない。入口密封壁 5 が押出機ハウジング 1 6 でこのように覆われていないなら、リングギヤ 3 の歯溝のうち遊星歯車 2 の対応する歯とちょうど噛合っていない歯溝を通して圧力室 1 0 から逆流が発生するであろう。しかしこの逆流効果は、ポンプの移送性能を調整するために意図的に生成して制御することもできよう。その限りで、軸方向でキャリア 3 の摺動にもかかわらず歯車ポンプ 1 8 の機能性を維持するために入口密封壁 5 の厚さをかなり増大させることは必ずしも必要でない。こうして歯車ポンプ 1 8 の移送性能は、図 4 に示す実施形態で可能であるよりもかなり強く低減することもできる。

20

30

【 0 0 4 3 】

図 5 は、左から右へと進む移送方向で歯車ポンプ 1 8 の下流に、特にゴム配合物の加工にしばしば使用されるようなピンシリンダ押出機領域 2 0 がなお接続された特徴が補足されただけのスクリー押出機 1 5 の類似装置を示している。ピンシリンダ押出機領域 2 0 のハウジングにはピン 2 3 が挿入されており、このピンは両方向矢印によって示唆したように半径方向で押出機長手軸に立てられている。この場合、歯車ポンプ 1 8 は、加工された材料を押出すのに十分な圧力がピンシリンダ押出機領域 2 0 の末端になお存在するようになっている。

40

【 0 0 4 4 】

図 6 では図 5 の装置がなお 2 つの他の部分だけ拡張されている。つまり最初に、真空接続部 2 4 と入口側ブリスタ 2 6 と 4 条スクリー軸 1 7 とを備えた真空脱気領域 2 1 が移送

50

方向でピンシリンダ押出機領域 20 に続き、押出端（つまり装置の右端）には、加工された溶融体の押出しに望ましい吸込圧力を発生する第 2 歯車ポンプ 18 がなお接続されている。この装置では、両方の歯車ポンプ 18 による容積移送によって堰長（Aufstaulänge）と押出圧力との絶縁が可能となり、真空脱気領域 21 内で真空吸引の溢流は防止することができる。

【0045】

リングギヤ 3 の歯（またはポンプ配置が逆の場合太陽歯車の歯）および/または遊星歯車 1 の歯には、図 7 に遊星歯車 1 の部分断面図として例示的に概略示したような実施形態を選択することができる。この遊星歯車 1 が有する歯車本体 13 は好ましくは金属（例えば鋼）から製造され、歯に関して製造技術上比較的粗い公差としておくことができる。個々の歯はかなり小さく、歯溝は遊星歯車 1 の最終形状用に追求されるよりもかなり大きい。この最終形状は軟弾性材料 14（例えばゴムまたは熱可塑性エラストマー）からなる被覆材によって製造されている。この材料が良好に変形可能であるため、仕上げられた遊星歯車 1 の形状精度は、鋼製材料の場合に必要なほどに厳しくする必要がない。というのも、歯幾何学の過寸法は歯噛み中の変形によって補償できるからである。形状精度に対する要求条件が厳しくないため、歯の製造支出は相応に減らすことができる。しかし他方で、望ましくない材料還流に対して噛合った歯の気密性に対する特別厳しい要求条件もこれによって満たすことができる。

10

【0046】

図 8 には、利用可能な歯に関する他の変更態様が、部分図として示した遊星歯車 1 をやはり例に概略示唆されている。この遊星歯車 1 は、交互に異なる高さの歯を有している。歯丈差は h で示している。各第 2 歯は通常の歯丈よりも低い歯丈を有している。選択的に、複数の歯が前後してそれぞれ同じ高さを有することも可能である。そのため、歯丈は周面にわたって断続的に変化することになる。それ自体それぞれ同じ歯丈を有し、ただし相互に異なる歯丈を有する遊星歯車 1 も利用できる。これによって特別な効果、つまりリングギヤ 3 の歯溝内にある材料の圧縮を達成することができることになる。この材料は低減した歯丈を有する歯によって付勢され、これによりせいぜい部分的に歯溝から圧力室 10 内に移送される。キャリアの後続公転時にこのような歯溝に入り込む通常歯丈の別の歯によって、この圧縮された材料は次に圧力室内に移送されることになる。

20

【0047】

本発明により提案された構造様式の歯車ポンプは、歯車ポンプ内への材料供給を確保するのに上流圧力が事実上必要でないため、このような歯車ポンプを装備した押出機の空運転時に押出機およびこれに結合された歯車ポンプから事実上溶融材料全体が移送されることを保証する。これによって、被加工材料の変更時、大抵の場合に手間のかかる清浄作業は避けることができる。それに加えて、各遊星歯車で材料流が 2 つの小さな部分流に分割されるので、この歯車ポンプは被加工材料に対して、溶融体ポンプとして通常使用される円筒歯車装置型の歯車ポンプの場合よりもかなり良好な混合作用を有することになる。後者では単に 2 つの材料流が生成され、再び 1 つにされる。4 つの遊星歯車をそれぞれに装備した図示歯車ポンプの場合、溶融体流中に 8 つの部分流が生成され、再び 1 つにされる。これにより、著しく向上した材料混合が保証されることになる。キャリアと押出機スクリーユ軸との簡単な機械式結合によって、歯車ポンプの個別な電動駆動はまったく省略することができる。それにもかかわらず、歯車ポンプが上述したように軸方向で調整できるようになっている場合、歯車ポンプ移送性能の調整が可能である。

30

40

【図面の簡単な説明】

【図 1】

遊星歯車ポンプを備えた単軸スクリーユ押出機の略縦断面図である。

【図 2】

図 1 の縦断面図を展開して示す略縦断面図である。

【図 3 A】

図 1 の A-A 線に沿った略横断面図である。

50

【図 3 B】

図 1 の B B 線に沿った略横断面図である。

【図 3 C】

図 1 の C C 線に沿った略横断面図である。

【図 3 D】

図 1 の D D 線に沿った略横断面図である。

【図 4】

図 1 のスクリュウ押出機をスクリュウ軸の軸方向摺動性によって変更した態様を示す略縦断面図である。

【図 5】

遊星歯車ポンプとこれに接続されたピンシリンダ押出機領域とを備えたスクリュウ押出機を示す略縦断面図である。

10

【図 6】

2 つの前後に接続された遊星歯車ポンプ、ピンシリンダ押出機領域および真空脱気領域を備えたスクリュウ押出機を示す略縦断面図である。

【図 7】

軟弾性被覆を備えた遊星歯車の略断面図である。

【図 8】

交互に異なる高さの歯を備えた遊星歯車を示す概略図である。

【符号の説明】

20

1 遊星歯車

2 キャリヤ

3 リングギヤ

4 ポンプケーシング

5 入口密封壁

6 流入口

7 出口密封壁

8 流出口

9 吸込室

9 a 吸込室要素

30

10 圧力室

10 a 圧力室要素

11 密封領域

12 仕切壁

13 歯車本体

14 軟弾性被覆

15 スクリュー押出機

16 押出機ハウジング

17 スクリュー軸

18 歯車ポンプ

40

19 移送端

20 ピンシリンダ押出機領域

21 真空脱気領域

22 押出機出口

23 調整可能なピン

24 真空接続部

25 ヘッド部材

26 ブリスタ

b₁ リングギヤの歯幅

b₂ 遊星歯車の歯幅

50

w 摺動行程
d 入口密封壁の厚さ
h 歯丈差

WO 02/26471 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Schneckenextruder (15)-Zahnradpumpen (18) - Anordnung für hochviskose Medien, insbesondere für Kunststoffschmelzen und Kautschukmischungen, mit einer oder mehreren Schneckenwellen (17) sowie einer mechanisch mit der oder den Schneckenwelle(n) (17) antriebsmäßig gekoppelten Zahnradpumpe (18), deren Pumpengehäuse (4) Bestandteil des Gehäuses (16) des Schneckenextruders ist oder unmittelbar daran angeschlossen ist.

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

5 **Schneckenextruder-Zahnradpumpen- Anordnung für hochviskose Medien**

Beschreibung

10 Die Erfindung betrifft eine Schneckenextruder-Zahnradpumpen-Anordnung für hochviskose Medien.

Aus der DE-A 21 00 403 ist eine Hydraulikpumpe bekannt, die in der Form eines Planetengetriebes mit einem Sonnenrad, mehreren an einem Planetenträger drehbar gelagerten Planetenrädern und einem Hohlrad ausgestattet ist, wobei sämtliche Räder eine Verzahnung aufweisen. Zwischen den Planetenrädern und dem Hohlrad, die miteinander kämmen, sowie zwischen den Planetenrädern und dem Sonnenrad, die ebenfalls miteinander kämmen, sind abwechselnd Saug- und Druckraumelemente gebildet, die durch bogenförmige Scheidewände des Planetenträgers, der im übrigen die Zwischenräume zwischen den Zahnräder ausfüllt, abgedichtet sind. Die Flachseiten der Planetenräder, des Hohlrads und des Sonnenrads liegen jeweils dicht auf zwei im Abstand voneinander angeordneten ebenen Gehäusewänden auf, die mit Wanddurchbrüchen versehen sind, welche die einzelnen Saug- und Druckraumelemente zwischen den Zahnrädern mit einem mit einer Hydraulikzuleitung versehenen und als Sammler fungierenden Saugraum bzw. mit einem mit einer Hydraulikableitung versehenen und ebenfalls als Sammler fungierenden Druckraum verbinden. Bei dieser bekannten Zahnradpumpe, die als Planetenradpumpe zu bezeichnen ist, ist der Planetenträger vorzugsweise fest, während das Sonnenrad und das Hohlrad umlaufen. Für eine Förderung hochviskoser Medien ist eine solche Pumpe im Grundsatz wenig geeignet, weil sie mit einem erheblichen Vordruck gespeist werden müsste und somit nicht selbstreinigend wäre.

Eine ähnliche Zahnradpumpe, die aus der DE 36 31 527 C1 bekannt ist, erlaubt eine drehzahlunabhängige Variation ihrer Fördermenge. Die Pumpe weist wiederum verzahnte Planetenräder, einen Planetenträger und ein verzahntes Hohlrad sowie ein verzahntes Sonnenrad auf, die außen von einem Pumpengehäuse eingeschlossen sind. Zur Veränderung der Fördermenge kann unabhängig von der Drehzahl des angeordneten Sonnenrads wahlweise die Umlaufbewegung des Planetenträgers oder die

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 2 -

Drehbewegung des Hohlrads stillgesetzt werden. Der Planetenträger ist mit einer mehreren Eintrittsöffnungen aufweisenden Eingangsdichtwand und einer davon axial beabstandeten, mehreren Austrittsöffnungen aufweisenden Ausgangsdichtwand versehen, die drehbar und abgedichtet in dem zylindrischen Pumpengehäuse gelagert sind. Im Pumpengehäuse ist in Förderrichtung vor der Eingangsdichtwand ein Saugraum und in Förderrichtung hinter der Eingangsdichtwand ein Druckraum angeordnet. Der Saugraum erstreckt sich jeweils durch die Eintrittsöffnungen in einzelne Saugraumelemente, die bis zur Ausgangsdichtwand reichen, während der Druckraum sich durch die Austrittsöffnungen in einzelne Druckraumelemente erstreckt, die bis zur Eingangsdichtwand reichen. Die Saugraumelemente und die Druckraumelemente sind jeweils in den Zwischenräumen zwischen einem Planetenrad, dem Hohlrad und dem Sonnenrad angeordnet und sind gegeneinander angedichtet durch die Eingangs- und die Ausgangsdichtwand sowie durch zwischenraumfüllende Teile des zwischen der Eingangs- und der Ausgangsdichtwand angeordneten, massiv ausgeführten Planetenträgers. Die Zuleitung für das zu fördernde Medium verläuft in Form einer Längsbohrung, die in eine Querböhrung übergeht, innerhalb der durch die Wand des Pumpengehäuses geführten Drehachse des Planetenträgers, während die Ableitung für das geförderte Medium in entsprechender Weise durch die Drehachse des Sonnenrads geführt ist. Wegen der kleinen Durchmesser der Bohrungen und der kleinen Querschnittsflächen der Eintritts- und Austrittsöffnungen wäre eine solche Pumpe zur Förderung hochviskoser Medien ungeeignet und wäre nicht selbstreinigend.

Eine andere als Planetenradpumpe arbeitende Zahnradpumpe ist aus der US 3 870 437 bekannt. Das zu fördernde Volumen wird hierbei jeweils in den Zwischenraum zwischen dem Sonnenrad und dem Hohlrad sowie zwei unmittelbar benachbarten Planetenrädern eingeschlossen. Um die Größe dieses Zwischenraums zur Erzeugung der Pumpwirkung während des Umlaufs der Planetenräder im Bereich der Ansaugstelle (Einströmbereich) kontinuierlich zu vergrößern und im Bereich der Druckzone (Abströmbereich) kontinuierlich zu verringern, weist diese Pumpe flexibel verformbare Zahnräder auf. Beispielsweise können das Hohlrad und das angetriebene Sonnenrad exzentrisch zueinander angeordnet und flexibel Planetenräder eingesetzt werden, die sich der unterschiedlichen Spaltbreite zwischen Hohlrad und Sonnenrad durch Verformung (Ovalität) anpassen können.

Gemeinsames Merkmal dieser bekannten Planetenradpumpen ist es, dass nicht nur die Planetenräder sondern auch das Hohlrad und das Sonnenrad jeweils Verzahnungen aufweisen, die miteinander im Sinne eines Umlaufgetriebes in kämmendem Eingriff stehen.

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 3 -

Bei der Verarbeitung von Kunststoffschmelzen oder Kautschukmischungen sind bisher Zahnradpumpen gebräuchlich, die im Sinne eines Stirnradgetriebes arbeiten und meistens an einen Schneckenextruder angeschlossen sind. Im Regelfall weist die Zahnradpumpe dabei einen von dem Antrieb der Extruderwelle oder -wellen separaten Antrieb auf. Ein solcher Extruder ist beispielsweise aus der EP 0 508 080 A2 bekannt. Dabei fördert eine Extruderschnecke das zu extrudierende Material unmittelbar in den Zwickelbereich der Zahnradpumpe, die zwei miteinander kämmende Stirnräder aufweist. Diese Art der Zahnradpumpe ist nicht selbstreinigend und erfordert daher meistens beim Wechseln des jeweils zu verarbeitenden Materials aufwendige Demontage- und Reinigungsarbeiten, um keine Qualitätseinbußen nach einem Materialwechsel hinnehmen zu müssen.

Aus der EP 0 564 884 A1 ist ein Doppelschneckenextruder bekannt, dessen Schneckenwellen in einem Abschnitt zur Druckerhöhung der zu verarbeitenden Schmelze jeweils mit einem der beiden Stirnräder einer Zahnradpumpe bestückt sind, so dass ein direkter Antrieb der Zahnräder durch die Schneckenwellen erfolgt. Durch zwei stirnseitige, d.h. senkrecht zur Längsachse der Schneckenwellen verlaufende Abdichtwände, die mit einem Durchtrittsfenster für die Schmelze zur Eintrittsseite bzw. zur Austrittsseite versehen sind, werden Ansaugraum und Druckraum voneinander getrennt. Auch diese Zahnradpumpe ist nicht selbstreinigend. Ihr Fördervolumen kann nicht unabhängig von der Drehzahl der Schneckenwellen verändert werden.

Schließlich ist aus der EP 0 642 913 A1 ein Einschneckenextruder bekannt, der vor seinem letzten Schneckenabschnitt eine Zahnradpumpe in der Bauart eines Stirnradgetriebes aufweist. Eines der beiden Stirnräder der Zahnradpumpe ist unmittelbar auf der Schneckenwelle des Schneckenextruders befestigt und wird durch diese angetrieben. Das Extrudergehäuse weist eine seitliche Ausbuchtung auf, in der das zweite Stirnrad der Zahnradpumpe gelagert ist. An den Flachseiten der Stirnräder liegt jeweils eine Dichtwand an, die formschlüssig im Gehäuse des Extruders gelagert ist. Die Abdichtwände oder das Extrudergehäuse sind jeweils mit einem saugseitigen bzw. druckseitigen Durchtrittsfenster für das zu extrudierende Material versehen. Auch bei diesem bekannten Extruder ist keine Selbstreinigung gewährleistet.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schneckenextruder-Zahnradpumpen-Anordnung vorzuschlagen, die in besonderer Weise zur Verarbeitung hochviskoser Materialien geeignet ist und weitgehend selbstreinigend arbeitet.

Gelöst wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 4 -

Vorteilhafte Weiterbildungen dieser Zahnradpumpe ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen.

Die vorliegende Erfindung stellt eine Schneckenextruder-Zahnradpumpen-Anordnung zur Verfügung, bei der die Zahnradpumpe im Prinzip entsprechend einem Planetengetriebe aufgebaut ist und in besonderer Weise zur Förderung hochviskoser Medien wie Kunststoffschmelzen und Kautschukmischungen geeignet ist und den Vorteil einer weitgehenden Selbstreinigung besitzt, da die Einspeisung des zu fördernden Mediums ohne nennenswerten Vordruck erfolgen kann. Die Erfindung geht aus von einer Planetenradpumpe, die einen Planetenträger aufweist, der mit mindestens einem drehbar in dem Planetenträger gelagerten Planetenrad bestückt ist. Ferner weist diese Planetenradpumpe zwei weitere Funktionselemente auf, die mit dem mindestens einen Planetenrad im Sinne eines Sonnenrads bzw. eines Hohlrads zusammenwirken. Darüber hinaus sind ein Pumpengehäuse, das den Planetenträger mit den Planetenrädern und den beiden vorgenannten Funktionselementen von außen umgibt, sowie eine Eingangs- und eine Ausgangsdichtwand vorgesehen. Die Eingangsdichtwand ist mit dem Planetenträger drehfest verbunden und weist mindestens eine Eintrittsöffnung für das zu fördernde Medium auf. In entsprechender Weise ist die Ausgangsdichtwand mit dem Planetenträger drehfest verbunden und mit mindestens einer Austrittsöffnung für das zu fördernde Medium versehen. Außerdem weist diese Zahnradpumpe einen Saugraum und einen Druckraum auf, die von dem Pumpengehäuse umschlossen und gegeneinander abgedichtet sind, wobei der Saugraum in Förderrichtung vor der Eingangsdichtwand angeordnet ist und sich durch die mindestens eine Eintrittsöffnung hindurch in mindestens ein Saugraumelement entlang des mindestens einen Planetenrads bis zu der Ausgangsdichtwand hin erstreckt und wobei der Druckraum in Förderrichtung hinter der Ausgangsdichtwand angeordnet ist. Erfindungsgemäß ist bei einer derartigen Zahnradpumpe vorgesehen, dass jeweils nur eines der beiden als Sonnenrad oder als Hohlrad wirkenden Funktionselemente eine mit dem mindestens einen Planetenrad kämmende Verzahnung aufweist, wohingegen das andere Funktionselement mindestens einen Dichtbereich besitzt, der glattwandig und so ausgeführt ist, dass er über einen Teil des Umfangs und über die Länge des mindestens einen Planetenrads gleitbar dichtend an diesem anliegt. Weiterhin sieht die Erfindung vor, dass das Funktionselement, welches den mindestens einen Dichtbereich aufweist, drehfest mit dem Planetenträger verbunden ist, also dieselben Bewegungen ausführt. Um eine abgedichtete Trennung des mindestens einen Saugraumelements von dem mindestens einen Druckraumelement zu gewährleisten, sieht die Erfindung als weiteres wesentliches Merkmal vor, dass in Umfangsrichtung versetzt zu dem mindestens einen Planetenrad mindestens eine sich von der Eingangsdichtwand bis zur Ausgangsdichtwand erstreckende Trennwand angeordnet ist, die mit dem Funktionselement, welches den mindestens einen glattwandigen Dichtbereich

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 5 -

aufweist, drehfest und dichtend verbunden ist und sich in radialer Richtung bis zum Kopfkreis der Verzahnung des die Verzahnung aufweisenden Funktionselements erstreckt.

5 In einer zweckmäßigen Ausführungsform ist vorgesehen, dass sich der Druckraum durch die mindestens eine Austrittsöffnung hindurch in mindestens ein Druckraumelement entlang des mindestens einen Planetenrads bis zu der Eingangsdichtwand hin erstreckt. Das bedeutet, dass das Druckraumelement und das Saugraumelement sich jeweils bezüglich des Planetenrads gegenüber liegen.

10

In einer anderen Ausführungsform ist vorgesehene, dass das Volumen des jeweiligen Druckraumelements minimiert und vorzugsweise zu Null wird. Das bedeutet, dass die Trennwand jeweils über die gesamte axiale Länge des jeweiligen Planetenrads großflächig über den Umfang des Planetenrads an dessen Verzahnung dichtend anliegt. Bei dieser Ausführung ist eine besonders effektive Selbstreinigung der Zahradpumpe gewährleistet.

15

Das Funktionselement, welches in entsprechender Weise wie das mindestens eine Planetenrad verzahnt ist und mit diesem kämmt, ist vorzugsweise das Hohlrad. Da dieses feststehend angeordnet werden kann, ist es zweckmäßigerweise einstückig mit dem Pumpengehäuse ausgeführt oder zumindest drehfest in dem das Hohlrad umgebenden Pumpengehäuse gelagert. In diesem Fall läuft der Planetenträger mit dem dem Sonnenrad entsprechenden Funktionsteil um und ist vorzugsweise einstückig mit diesem ausgeführt. Ein verzahntes Sonnenrad, wie bei einem üblichen Planetenradgetriebe, gibt es hierbei also nicht. Das mindestens eine Planetenrad kämmt dabei also nicht mit einer Verzahnung eines solchen Sonnenrads, sondern bewegt sich gleitbar abgedichtet im mindestens einen Dichtungsbereich des sonst als Sonnenrad fungierenden Funktionsteils.

20

25

Selbstverständlich ist es möglich, auch eine umgekehrte Anordnung zu wählen, bei der ein verzahntes Sonnenrad benutzt wird, während das als Hohlrad fungierende Funktionsteil keine Verzahnung aufweist, sondern mit dem mindestens einen Dichtbereich versehen ist. In diesem Fall kann das "Hohlrad" wie der Planetenträger stillstehen. Wegen der einfacheren Konstruktion wird aber die vorgenannte Lösung mit verzahntem Hohlrad und mit unverzahntem "Sonnenrad" bevorzugt.

30

Zweckmäßigerweise werden mehrere Planetenräder, Trennwände, Eintritts- und Austrittsöffnungen vorgesehen, also jeweils mindestens zwei, vorzugsweise jeweils mindestens vier. Die Verzahnung der Planetenräder und des damit kämmenden Funktionsteils

35

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 6 -

(vorzugsweise also das Hohlrad) kann geradverzahnt sein, wird aber vorzugsweise schräg verzahnt ausgeführt. Dies ermöglicht eine besonders gleichmäßige Förderung der erfindungsgemäßen Planetenradpumpe.

5 Die Planetenräder und das damit kämmende Funktionsteil können auch pfeilverzahnt ausgeführt sein. In diesem Fall wird aber die Demontage erschwert. Durch eine geteilte Ausführung z.B. des Hohlrads lässt sich aber selbst unter diesen erschweren Bedingungen noch eine Demontage bewerkstelligen.

10 In einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform sieht die Erfindung vor, dass die Trennwände in axialer Richtung in entsprechender Weise, wie die Schrägverzahnung wendelförmig verlaufen. Dabei empfiehlt es sich, die Trennwände einstückig mit dem den mindestens einen Dichtbereich aufweisenden Funktionselement, also vorzugsweise mit dem "Sonnenrad" einstückig auszubilden. Auch der Planetenträger wird in diesem Fall
15 zweckmäßigerweise einstückig mit dem "Sonnenrad" ausgebildet.

Die Planetenräder werden zweckmäßig in der Eingangsdichtwand und der Ausgangsdichtwand gelagert, so dass diese Teil des Planetenträgers sind. Selbstverständlich ist auch eine separate Ausbildung dieser Bauteile möglich. Damit die Planetenräder leicht
20 montiert und demontiert werden können, ist es vorteilhaft, lediglich eine der beiden Dichtwände, vorzugsweise die Eingangsdichtwand, einstückig mit dem Planetenträger auszubilden und die andere Dichtwand als separates Bauteil zu belassen.

Um die Zahnradpumpe leicht in einem Gehäuse eines Schneckenextruders unterbringen zu können und eine einfache Demontierbarkeit zu gewährleisten, empfiehlt es sich, den
25 Außendurchmesser der Eingangsdichtwand ungleich, d.h. vorzugsweise kleiner zu gestalten als den Außendurchmesser der Ausgangsdichtwand. Dadurch lässt sich die Zahnradpumpe, die meistens am Förderende eines Schneckenextruders mit diesem verbunden wird, leicht vom Kopfende des Extruders her aus dem Gehäuse herausziehen.

30 Um eine Veränderung des Fördervolumens der Zahnradpumpe während des Betriebs zu ermöglichen, sieht eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung vor, den Planetenträger zusammen mit dem dem Sonnenrad entsprechenden Funktionsteil und der Eingangs- und der Ausgangsdichtwand innerhalb des Pumpengehäuses axial gegenüber dem verzahnten Hohlrad um einen Verschiebeweg w verschieblich anzuordnen.
35 Dadurch kann die Länge des Zahneingriffs zwischen dem Hohlrad und den Planetenrädern und damit das Verdrängungsvolumen der Zähne variiert werden. Damit keine unerwünschten Undichtigkeiten zwischen dem Saugraum und dem Druckraum entstehen, empfiehlt es sich, die abgedichtet im Pumpengehäuse gleitbar gelagerte Eingangsdicht-

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 7 -

wand, die sich beim Verschieben in den Verzahnungsbereich des Hohlrads hinein bewegt, in ihrer axialen Dicke d (d.h. in Verschieberichtung gesehen) größer zu wählen als den maximalen Verschiebeweg w . Dadurch bleibt die Dichtung zwischen dem Pumpengehäuse und der Eingangsdichtwand unverändert erhalten. Es kann aber auch
5 vorgesehen werden, eine bewusste Undichtigkeit zwischen Druckraum und Saugraum durch eine geringfügige Verschiebung einzustellen, um die Förderleistung der Pumpe zu drosseln.

Die Drosselung der Förderleistung während des Betriebs ist im Unterschied zu bekannten
10 Planetenradpumpen ohne einen ständig erforderlichen zweiten Antriebs für eines der Funktionselemente (Hohlrad oder Sonnenrad) möglich, da lediglich für die kurze Zeit der axialen Verstellung der Zahnradpumpe ein Antrieb mit einem soweit äußerst geringfügigen Energieverbrauch benötigt wird. Durch die Verstellbarkeit der Förderleistung der Zahnradpumpe wird eine Anpassung an die Verarbeitung unterschiedlicher Materialien
15 möglich.

In fertigungstechnischer Hinsicht kann es empfehlenswert sein, die Planetenräder und/oder das damit kämmende Hohlrad bzw. Sonnenrad im oberflächennahen Bereich der Verzahnung weichelastisch auszuführen. In diesem Fall können gegenüber der exakten
20 Verzahnung fertigungstechnisch relativ grob tolerierte metallische Zahnradgrundkörper gefertigt werden, die kleinere Abmessungen als die Sollabmessungen der fertigen Verzahnung aufweisen und anschließend mit einer elastischen Umhüllung, insbesondere einer Umhüllung aus Gummi oder einem thermoplastischen Elastomer versehen werden. Da diese Umhüllung ausgezeichnete Elastizitätseigenschaften aufweist, sind auch die
25 Anforderungen an die in dieser Weise fertiggestellte Verzahnung geringer als bei einer rein metallischen Verzahnung. Übermaße können durch Verformung gleichsam kompensiert werden. Durch eine Gummiummantelung mit leichtem Übermaß können die Zahnhohlräume des Hohlrads vollständig ausgereinigt werden.

In einer weiteren Variante sieht die Erfindung vor, die Verzahnung des Hohlrads oder der
30 Planetenräder alternierend oder abschnittsweise mit Zähnen unterschiedlicher Höhe auszuführen, also beispielsweise ein Planetenrad einzusetzen, bei dem die Hälfte der Zähne eine normale Größe und die andere Hälfte der Zähne eine verringerte Größe aufweist, wobei sich die beiden Zahngrößen über den Umfang ständig abwechseln. Wenn die
35 Pumpe mehrere Planetenräder aufweist, können auch unterschiedliche Planetenräder verwendet werden, d.h. Planetenräder mit normaler Zahnhöhe und andere Planetenräder mit verringerter Zahnhöhe. Der damit bewirkbare Effekt ist darin zu sehen, dass durch teilweise verringerte Zahnhöhe eine Kompaktierung des Materials erfolgen kann, welches in den Zahnlücken des mit dem jeweiligen Zahnrad zusammenwirkenden Gegenrades

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 8 -

enthalten ist. Das kompaktierte Material würde dann erst beim Zusammentreffen mit einem vollausgebildeten Zahn aus der Zahnücke ausgeüdrückt und gefördert werden.

5 Bei einem Planetenrad mit durchgehend verringerter Zahnhöhe wird also das in den Zahnücken des Hohlrats befindliche Material zunächst komprimiert und erst durch ein nachfolgendes Planetenrad, dessen Zähne voll ausgebildet sind, unter Dehn – und Scherströmungen aus der Zahnücke jeweils herausgedrückt. Bei einer Zahnradpumpe mit vier Planetenrädern werden jeweils zwei gegenüberliegende mit einer reduzierten Zahnhöhe und die beiden anderen sich gegenüberliegenden Planetenräder mit normaler 10 Zahnhöhe ausgebildet. Die in der Zahnradpumpe vorliegenden Zwangsströmungen begünstigen ein kontinuierliches Homogenisieren und Mischen (z.B. Füllstoffe) des zu verarbeitenden Materials.

15 Die Zahngeometrie der Verzahnung von Planetenrädern und Hohlrad ist im Grundsatz beliebig. Es muss lediglich sichergestellt sein, dass die Zähne des einen Zahnrads in die Zahnücke des jeweils anderen Zahnrads so eingreifen, dass ein abdichtender Gleitkontakt mit den beiden die jeweilige Zahnücke des anderen Zahnrads begrenzenden Zähnen besteht.

20 Erfindungsgemäß werden eine oder mehrere Zahnradpumpen in der Bauart eines Planetengetriebes, insbesondere Zahnradpumpen, in einem Schneckenextruder zur Förderung fließfähiger Medien wie insbesondere Kunststoffschmelzen und Kautschukmischungen verwendet, wobei der Schneckenextruder eine oder auch mehrere Schneckenwellen aufweisen kann und die Schneckenwelle bzw. –wellen jeweils 25 mechanisch mit dem Antrieb der Zahnradpumpe gekoppelt sind, so dass es keines separaten Pumpenantriebs bedarf. Somit ist auch keine eigene Steuerung für den Antrieb der Zahnradpumpe erforderlich.

30 Üblicherweise wird das Pumpengehäuse unmittelbar an das Gehäuse des Schneckenextruders angeschlossen bzw. ist vorzugsweise Bestandteil des Extrudergehäuses.

Mit besonderem Vorteil wird die Gangzahl der Schneckenwelle bzw. –wellen am Förderende jeweils gleich der Zahl der Planetenräder der daran angeschlossenen Zahnradpumpe gewählt. Die Gangzahl muss aber keineswegs über die gesamte Schneckenlänge konstant sein. Eine vorzugsweise Verwendung der erfindungsgemäßen Zahnradpumpen 35 sieht vor, die Gangzahl der Schneckenwellen in dem vor dem Förderende liegenden Abschnitt der Schneckenwellen jeweils halb so groß wie am Förderende zu wählen.

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 9 -

Bei Einsatz einer Planetenradpumpe mit Schrägverzahnung ist es vorteilhaft, die Neigung der Wendelung der Gänge der Schneckenwellen bezogen auf die Förderrichtung des Schneckenextruders jeweils in entgegengesetzter Richtung vorzusehen wie die Neigung der Verzahnung.

5

Um die Förderleistung des Schneckenextruders mit der Planetenradpumpe ohne Änderung der Antriebsdrehzahl beeinflussen zu können, empfiehlt es sich, die Schneckenwelle jeweils zusammen mit dem Planetenträger sowie dem Sonnenrad und der Eingangs- und Ausgangsdichtwand axial verschieblich anzuordnen. Durch axiales Verschieben der Schneckenwelle, die mit dem Planetenträger mechanisch drehfest gekoppelt ist, kann so die Förderleistung der Zahnradpumpe beeinflusst werden, da in der zuvor beschriebenen Weise das Verdrängungsvolumen und/oder die gewollte Leckage zwischen Saugraum und Druckraum gesteuert werden.

10

Ein wesentlicher Vorteil bei einer Kombination eines Schneckenextruders mit der Zahnradpumpe ist darin zu sehen, dass wegen der guten Druckaufbaueigenschaften bei gleichzeitiger Nichtnotwendigkeit eines nennenswerten Förderdrucks zur Einspeisung in die Zahnradpumpe die Extruderschnecke vor der Zahnradpumpe sehr kurz ausgeführt werden kann. Vorzugsweise beträgt die Länge der Extruderschnecke den zwei- bis

20

fünffachen Wert des Schneckendurchmessers.

Eine besonders vorteilhafte Verwendung der Planetenradpumpe ergibt sich in einem Schneckenextruder insbesondere zur Verarbeitung von Kautschukmischungen, wenn hinter der Zahnradpumpe ein Stiftzylinderextruderbereich, wie er beispielsweise aus der

25

DE 40 39 942 A1, deren Offenbarungsgehalt insoweit in die vorliegende Anmeldung einbezogen wird, bekannt ist. Die Planetenradpumpe kann dabei den für den Stiftzylinderextruderbereich vorteilhaften hohen Vordruck leicht aufbauen.

In einer weiteren vorteilhaften Anwendung ist vorgesehen, dass hinter einem solchen

30

Stiftzylinderextruderbereich noch ein Vakuumentgasungsbereich angeschlossen wird, dem am Ende des Extruders noch eine zweite Planetenradpumpe folgt, um den erforderlichen Extrusionsdruck am Extruderausgang zu liefern.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die Figuren zeigen in schematischer Darstellung:

35

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 10 -

- Fig. 1 Einen Längsschnitt durch einen Einschneckenextruder mit Planetenradpumpe,
- Fig. 2 den Längsschnitt gemäß Fig. 1 in Form einer Abwicklung,
- 5 Fig. 3a-d Querschnitte gemäß den Linie A-A, B-B, C-C und D-D in Fig. 1,
- Fig. 4 eine Abwandlung des Schneckenextruders gemäß Fig. 1 durch axiale Verschieblichkeit der Schneckenwelle,
- 10 Fig. 5 einen Schneckenextruder mit Planetenradpumpe und daran angeschlossenen Stützylinderextruderbereich,
- Fig. 6 einen Schneckenextruder mit zwei hintereinandergeschalteten Planetenradpumpen, Stützylinderextruderbereich und Vakuumentgasungsbereich,
- 15 Fig. 7 ein Schnittbild eines Planetenrads mit weichelastischer Umhüllung und
- Fig. 8 ein Planetenrad mit alternierend unterschiedlich hohen Zähnen.
- 20

In den Figuren 1 bis 3d ist ein Schneckenextruder 15 in einem axialen Längsschnitt, mehreren Querschnitten und einer schematischen Abwicklung (Fig. 2) dargestellt. Der Schneckenextruder 15 besitzt eine Schneckenwelle 17, die in Förderrichtung gesehen zunächst 2-gängig ausgeführt ist und am Förderende 19 die doppelte Gangzahl aufweist, also 4-gängig ist. Die Schneckenwelle 17 ist von einem Extrudergehäuse 16 umgeben. In unmittelbarem Anschluss an das Förderende 19 ist eine Planetenradpumpe 18 vorgesehen, die ein im wesentlichen zylindrisches Pumpengehäuse 4 aufweist, innerhalb dessen ein Planetenträger 2 mit vier drehbar darin gelagerten Planetenrädern 1 angeordnet ist. Im Bereich der Wand des Pumpengehäuses 4 ist auf der Innenseite ein verzahntes Hohlrad 3 vorgesehen, das in bevorzugter Ausführungsform der Erfindung einstückig mit diesem Teil des Pumpengehäuses 4 ausgeführt ist. Auf der linken Seite der Planetenräder 1 befindet sich eine Eingangsdichtwand 5, die abgedichtet und drehbar im Extrudergehäuse 16 gelagert ist. Diese Eingangsdichtwand 5 ist entsprechend der Anzahl der Planetenräder 1 mit vier Eintrittsöffnungen 6 versehen (Fig. 3a). Auf der rechten Seite der Planetenräder 1 ist eine Ausgangsdichtwand 7 angeordnet, die in entsprechender Weise mit vier Austrittsöffnungen 8 versehen ist (Fig. 3d). Auch die Ausgangsdichtwand 7

25

30

35

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 11 -

ist drehbar gelagert, und zwar im Pumpengehäuse 4. Links von der Eingangsdichtwand 5, also am Ende des 4-gängigen Teils der Schneckenwelle 17 befindet sich der Saugraum 9 der Zahnrادpumpe 18, während sich ihr Druckraum 10 auf der rechten Seite der Ausgangsdichtwand 7 befindet. Der Saugraum 9 erstreckt sich durch die Eintrittsöffnungen 6 in Form von Saugraumelementen 9a entlang jeweils eines Planetenrads 1 bis zur Ausgangsdichtwand 7. In entsprechender Weise erstreckt sich jeweils auf der diametral gegenüberliegenden Seite eines Planetenrads 1 der Druckraum 10 in Form jeweils eines Druckraumelements 10a durch die Austrittsöffnungen 6 hindurch bis zur Eingangsdichtwand 5 (Fig. 1, 3b, 3c). Der Planetenträger 2, zu dem funktionell auch die Eingangsdichtwand 5 und die Ausgangsdichtwand 7 gehören, da diese die Lagerung der Planetenräder 1 aufnehmen, ist mit insgesamt vier Trennwänden 12 versehen, die sich im wesentlichen radial von einem mittigen Grundkörper aus zwischen den Planetenrädern 1 bis zur Verzahnung des Hohlrads 3 erstrecken. Aus Fig. 3b, c ist ersichtlich, dass die Planetenräder 1 jeweils in einem glattzylindrisch geformten Dichtbereich 11 gleitbar dichtend an den jeweils zugeordneten Trennwänden 12 bzw. dem mittigen Grundkörper des Planetenträgers 2 anliegen. Die Dichtwände 12 sind einstückig mit dem Planetenträger 2 ausgeführt. Die Planetenräder 1 befinden sich im Eingriff mit der Verzahnung des Hohlrads 3, so dass auch dort ein abgedichtetes Anlegen gegeben ist. Im Querschnitt gesehen sind somit die Saugraumelemente 9a jeweils durch eine Trennwand 12, den mittigen Grundkörper des Planetenträgers 2, ein zugeordnetes Planetenrad 1, welches dichtend an dem mittleren Grundkörper und in der Verzahnung des Hohlrads 3 anliegt, und durch einen Teil des Hohlrads 3 abgeschlossen. Entsprechendes gilt für die bezüglich der Achse der Planetenräder 1 diametral jeweils gegenüberliegenden Druckraumelemente 10a, die in der dargestellten Schnittposition der Fig. 3b in der Nähe der Eingangsdichtwand 5 nur einen sehr kleinen Querschnitt aufweisen. Die umgekehrten Größenverhältnisse ergeben sich bei einem entsprechenden Schnitt in der Nähe der Ausgangsdichtwand 7. Dort hätten die Saugraumelemente 9a die Größe der Druckraumelemente 10a in Fig. 3b. Entsprechend würde der Querschnitt des Druckraumelements 10a jeweils die Größe des Saugraumelements 9a in Fig. 3b aufweisen. Das bedeutet also, dass sich die Saugraumelemente 9a im Querschnitt von der Eintrittsöffnung 6 hin bis zur Ausgangsdichtwand 7 kontinuierlich verringern, während sich die gegenüberliegenden Druckraumelemente 10a von der Eingangsdichtwand 5 bis zu den Austrittsöffnungen 8 in der Ausgangsdichtwand 7 kontinuierlich im Querschnitt vergrößern. In der Mitte zwischen der Eingangsdichtwand 5 und der Ausgangsdichtwand 7 sind die Saugraumelemente 9a, wie Fig. 3c zeigt, im Querschnitt etwa gleich groß wie die Druckraumelemente 10a.

Das Volumen der Druckraumelemente 10a könnte bei Bedarf zur Steigerung der Selbstreinigungsfähigkeit der Planetenradpumpe 18 auch bis auf Null reduziert werden, so dass

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 12 -

dann die Trennwände 12 jeweils unmittelbar auf der Verzahnung der jeweiligen Planetenräder 1 an der den Saugraumelementen 9a gegenüber liegenden Seite dichtend aufliegen würden und das zu fördernde Material unmittelbar aus den Zahnlücken der Verzahnungen der Planetenräder 1 und des Hohlrads 3 durch die Austrittsöffnungen 8 in den Druckraum 10 gelangen würde.

Während der mittlere Grundkörper des Planetenträgers 2, der in einem üblichen Planetenradgetriebe dem Sonnenrad entspricht, keinerlei Verzahnung aufweist, ist das Hohlrad 3 ebenso wie die Planetenräder 1 vorteilhaft mit einer Schrägverzahnung ausgestattet. Ebenfalls in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung sind die Trennwände 12 wendelförmig, d.h. bezüglich der Längsachse des Schneckenextruders 15 schräg angeordnet, wobei die Neigung dieser Schräge in die umgekehrte Richtung weist wie die Neigung der Gänge der Schneckenwelle 17 (Fig. 1). Der Austritt aus dem dargestellten Extruder ist mit dem Bezugszeichen 22 bezeichnet.

Man erkennt aus dem Schnittbild der Fig. 1, dass das Pumpengehäuse 4 einen vergrößerten Durchmesser gegenüber dem Extrudergehäuse 16 aufweist. Das Extrudergehäuse 16 besitzt einen Innendurchmesser, der geringfügig kleiner ist als der Durchmesser des Kopfkreises der Verzahnung des Hohlrads 3, so dass die rechte Stirnwand des Extrudergehäuses 16 in der Nähe der eingezeichneten Schnittlinie B-B die Querschnittsflächen der Zahnlücken der Verzahnung des Hohlrads 3 vollständig abdeckt. Entsprechendes gilt für die Zahnlücken der Planetenräder 1, soweit diese sich im Bereich des Eingriffs mit der Verzahnung des Hohlrads 3 befinden. Im übrigen werden die Planetenräder 1 und der gesamte Zwischenraum bis auf die notwendigen Eintrittsöffnungen 6 von der Eingangsdichtwand 5 vollständig verschlossen (Fig. 3a). Entsprechendes gilt auf der anderen Seite der Planetenräder 1 in Bezug auf die Ausgangsdichtwand 7 und die Austrittsöffnungen 8 (Fig. 3d). Die Ausgangsdichtwand 7 weist einen Außendurchmesser auf, der dem Innendurchmesser des Pumpengehäuses 4 entspricht, so dass die Zahnlücken der Verzahnung des Hohlrads 3 an der rechten Stirnseite der Verzahnung vollständig durch die Ausgangsdichtwand 7 abgedichtet werden. Da der Außendurchmesser der Eingangsdichtwand 5 bewusst gewählt kleiner ist als der Kopfkreisdurchmesser der Verzahnung des Hohlrads 3 kann zum Zwecke der Demontage nach Entfernung eines Kopfstücks 25 die gesamte Einheit des Planetenträgers 2 mit den Planetenrädern 1 und den beiden Dichtwänden 5, 7 problemlos nach rechts aus dem Pumpengehäuse 4 herausgezogen werden.

Die Arbeitsweise des dargestellten Schneckenextruders ist wie folgt: Das zu verarbeitende Medium, beispielsweise die Schmelze eines thermoplastischen Kunststoffes, wird durch die Schneckenwelle 17 von links nach rechts in Richtung der Zahnradpumpe

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 13 -

18 gefördert. Aus den zunächst zwei Teilströmen, die sich entlang der 2-gängigen Schneckenwelle bewegen, werden am Förderende 19 durch die beiden zusätzlichen Schneckengänge vier Teilströme erzeugt. Die Schneckengänge enden jeweils, wie besonders deutlich aus der Abwicklung der Fig. 2 hervorgeht, an einer Eintrittsöffnung 6, münden also in ein Saugraumelement 9a. Da die Schneckenwelle 17 mechanisch mit dem Planetenträger 2 gekoppelt ist, führt dieser zusammen mit den ebenfalls daran angekoppelten Dichtwänden 5, 7 die gleichen Drehbewegungen aus. Die Schmelze gelangt, ohne dass es hierzu eines wesentlichen Vordrucks bedarf, durch die vergleichsweise großen Eintrittsöffnungen 6 in die einzelnen Sauräumelemente 9a. Durch die Trennwände 12 wird das Material der Schmelze entsprechend der eingezeichneten Drehrichtung in die Zahnlücken der Verzahnung des Hohlrads 3 hineingestrichen. Die Beförderung der Schmelze in das jeweils gegenüberliegende Druckraumelement 10a erfolgt an jedem Planetenrad 1 in zwei Teilströmen. Der eine Teilstrom wird in den Zahnlücken des jeweiligen Planetenrads 1 entlang der Dichtzonen 11 in das zugehörige Druckraumelement 10a geführt, während ein zweiter Massenstrom durch Herausquetschen der Schmelze aus den Zahnlücken des Hohlrads 3 infolge des Eingriffs der Verzahnung der Planetenräder 1 erzeugt wird. Auf diese Weise wird der am Pumpeneingang noch aus vier Teilströmen bestehende Gesamtstrom nunmehr in insgesamt acht Teilströme aufgeteilt, so dass die Planetenradpumpe zu einer Verbesserung der Materialmischung beitragen kann. Dadurch, dass das zu fördernde Material beim Umlaufen des Planetenträgers 2 von den radialen Trennwänden 12 in die Zahnlücken des Hohlrads 3 hineingestrichen wird, ergibt sich auch eine besondere Eignung dieser Zahnradpumpe zur weitgehenden Selbstreinigung.

25 Die Eingangsdichtwand 5 und somit zumindest auch ein Teil des Planetenträgers 2 können auch körperlich Bestandteil der Schneckenwelle 17 sein, müssen also keine separaten Bauteile sein.

In Fig. 4 ist eine Abwandlung des in den Fig. 1 bis 3d dargestellten Schneckenextruders mit Planetenradpumpe dargestellt. Die grundsätzliche Aufbauweise und Funktion dieses Schneckenextruders entspricht letzterem, so dass insoweit auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird. Im Unterschied hierzu ist jedoch die Schneckenwelle 17 des Schneckenextruders 15 in Fig. 4 zusammen mit dem Planetenträger 2 und der damit verbundenen Eingangsdichtwand 5 sowie Ausgangsdichtwand 7 in axialer Richtung verschieblich, wie dies durch den dick auf der Längsachse des Extruders dargestellten Doppelpfeil angedeutet ist. Die Verzahnungsbreite des Hohlrads 3 ist mit b_1 und die Verzahnungsbreite der Planetenräder 1 mit b_2 bezeichnet. Beide Verzahnungsbreiten b_1 , b_2 sind etwa gleich groß, so dass in einer nicht dargestellten Ausgangsstellung, bei der die Schneckenwelle mit dem mechanisch daran gekoppelten Planetenträger 3 nach links

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 14 -

verschoben ist (linke Endposition), sich beide Verzahnungsbreiten b_1 , b_2 vollständig überdecken. Der gegenüber dieser Ausgangsstellung eingetretene Verschiebeweg der Schneckenwelle 17 und des Planetenträgers 2 ist in Fig. 4 mit w bezeichnet. Somit ist in der gezeigten Stellung (in der Nähe der rechten Endposition) die Verzahnung lediglich über eine Länge $b_1 - w$ im Eingriff. Dementsprechend ist das Fördervolumen der Zahnradpumpe 18 reduziert. Dabei bleibt der an den Dichtbereichen 11 (Fig. 3b, c) vorbeigeführte Teilstrom der Fördermenge völlig unbeeinflusst. Es verändert sich lediglich der Teilstrom, der durch die Verdrängung der in die Zahnlücken des Hohlrads 3 eingreifenden Zähne der Planetenräder 1 hervorgerufene Massenteilstrom. Um zu verhindern, dass durch die axiale Verschiebung des Planetenträgers 3 der Zahnradpumpe 18 eine ungewollte Leckage zwischen dem Druckraum 10 und dem Saugraum 9 im Bereich der Zahnlücken an der linken Seite des Hohlrads 3 entsteht, ist die Dicke der Eingangsdichtwand 5, die mit d bezeichnet ist, erheblich größer als die Dicke der Ausgangsdichtwand 7. Zum Erhalt der Dichtigkeit muss diese Dicke d zumindest geringfügig größer sein als der maximale Verschiebeweg w , damit der Umfang der Eingangsdichtwand 5 trotz der Verschiebung weiterhin dicht an der glattwandigen Innenseite des Extrudergehäuses 16 oder eines in diesem Bereich fortgesetzten Pumpengehäuses 4 anliegt. Wenn diese Überdeckung der Eingangsdichtwand 5 mit dem Extrudergehäuse 16 nicht gegeben wäre, würde eine Rückströmung aus dem Druckraum 10 durch diejenigen Zahnlücken des Hohlrads 3 entstehen, die gerade nicht mit den entsprechenden Zähnen der Planetenräder 2 im Eingriff stehen. Dieser Effekt der Rückströmung könnte aber auch bewusst erzeugt und gesteuert werden, um die Förderleistung der Pumpe zu regeln. Insofern ist die erhebliche Vergrößerung der Dicke der Eingangsdichtwand 5 nicht zwingend erforderlich, um die Funktionsfähigkeit der Zahnradpumpe 18 trotz Verschiebung des Planetenträgers 3 in axialer Richtung aufrechtzuerhalten. Auf diesem Wege lässt sich die Förderleistung der Zahnradpumpe 18 sogar wesentlich stärker reduzieren, als dies bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform möglich ist.

Fig. 5 zeigt eine ähnliche Anordnung von Schneckenextruder 15 mit Zahnradpumpe 18, die lediglich um das Merkmal ergänzt ist, dass in Förderrichtung, die von links nach rechts geht, hinter der Zahnradpumpe 18 noch ein Stützylinderextruderbereich 20 angeschlossen ist, wie er insbesondere zur Verarbeitung von Kautschukmischungen häufig verwendet wird. In das Gehäuse des Stützylinderextruderbereichs 20 sind Stifte 23 eingesetzt, die, wie dies durch die Doppelpfeile angedeutet ist, in radialer Richtung auf die Extruderlängsachse angestellt werden können. Die Zahnradpumpe 18 sorgt in diesem Fall dafür, dass am Ende des Stützylinderextruderbereichs 20 noch ein ausreichender Druck für die Extrusion des verarbeiteten Materials vorliegt.

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 15 -

In Fig. 6 ist die Anordnung gemäß Fig. 5 noch um zwei weitere Abschnitte erweitert. An den Stützylinderextruderbereich 20 schließt sich in Förderrichtung nämlich zunächst ein Vakuumentgasungsbereich 21 mit einem Vakuumanschluss 24 und einem eingangsseitigen Blister 26 sowie mit einer 4-gängigen Schneckenwelle 17 an, während am Extrusionsende, also am rechten Ende der Anordnung noch eine zweite Zahnradpumpe 18 angeschlossen ist, die den zur Extrusion gewünschten Förderdruck der verarbeiteten Schmelze erzeugt. Bei dieser Anordnung wird durch volumetrisches Fördern durch die beiden Zahnradpumpen 18 eine Entkopplung von Aufstaulänge und Extrusionsdruck ermöglicht, so dass ein Überfluten der Vakuumabsaugung im Vakuumentgasungsbereich 21 vermieden werden kann.

Für die Verzahnung des Hohlrads 3 (oder im Falle einer umgekehrten Pumpenanordnung die Verzahnung des Sonnenrads) und/oder die Verzahnung der Planetenräder 1 kann eine Ausführungsform gewählt werden, wie sie in Fig. 7 exemplarisch und schematisch als Teilschnittbild eines Planetenrads 1 dargestellt ist. Dieses Planetenrad 1 besitzt einen Zahnradgrundkörper 13, der vorzugsweise aus Metall (z.B. Stahl) gefertigt ist und in Bezug auf die Verzahnung fertigungstechnisch relativ grob toleriert sein kann. Die einzelnen Zähne sind wesentlich kleiner und die Zahnlücken wesentlich größer als dies für die Endform des Planetenrads 1 angestrebt wird. Diese Endform wird durch eine Umhüllung aus einem weichelastischen Material 14 (z.B. Gummi oder ein thermoplastisches Elastomer) hergestellt. Wegen der guten Verformbarkeit dieses Materials braucht die Formgenauigkeit des fertigen Planetenrads 1 nicht so hoch zu sein, wie dies bei einem starren Werkstoff der Fall sein müsste, da Übermaße der Zahngeometrie durch Verformung während des Zahneingriffs kompensiert werden können. Wegen der geringeren Anforderungen an die Formgenauigkeit lässt sich der Fertigungsaufwand für die Verzahnung entsprechend reduzieren. Auf der anderen Seite können auf diese Weise aber auch besonders hohe Anforderungen an die Dichtigkeit der im Eingriff befindlichen Verzahnung hinsichtlich eines ungewollten Materialrückflusses erfüllt werden.

In Fig. 8 ist eine weitere Variation hinsichtlich der einsetzbaren Verzahnung wiederum am Beispiel eines Planetenrads 1, das als Ausschnitt dargestellt ist, schematisch angedeutet. Dieses Planetenrad 1 weist alternierend unterschiedliche hohe Zähne auf. Der Unterschied in der Zahnhöhe ist mit Δh bezeichnet. Jeder zweite Zahn hat hierbei eine geringere Zahnhöhe als die normale Zahnhöhe. Alternativ könnten auch mehrere Zähne hintereinander jeweils die gleiche Höhe aufweisen, so dass die Zahnhöhe über den Umfang sich bereichsweise verändern würde. Es könnten auch Planetenräder 1 eingesetzt werden, die in sich jeweils gleiche Zahnhöhe aber untereinander unterschiedliche Zahnhöhen auf-

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 16 -

weisen. Damit könnte ein besonderer Effekt erreicht werden, nämlich eine Kompaktierung des in einer Zahnücke des Hohlrads 3 befindlichen Materials, das von einem Zahn mit verringerter Zahnhöhe beaufschlagt und dadurch höchstens teilweise aus der Zahnücke in den Druckraum 10 hineingefördert wird. Durch einen beim weiteren Umlauf des Planetenträgers in eine solche Zahnücke eindringenden anderen Zahn mit normaler Zahnhöhe könnte dann dieses kompaktierte Material in den Druckraum gefördert werden.

Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Bauweise einer Zahnradpumpe gewährleistet, dass beim Leerfahren eines mit einer solchen Zahnradpumpe ausgerüsteten Extruders praktisch das gesamte Schmelzenmaterial aus dem Extruder und der damit verbundenen Zahnradpumpe hinausgefördert wird, da zur Sicherstellung der Materialeinspeisung in die Zahnradpumpe praktisch kein Vordruck erforderlich ist. Auf diese Weise lassen sich in den meisten Fällen aufwendige Reinigungsarbeiten beim Wechseln des zu verarbeitenden Materials vermeiden. Es kommt hinzu, dass wegen der Aufteilung der Materialströme an jedem Planetenrad in zwei kleinere Teilströme diese Zahnradpumpe eine erheblich bessere Mischungswirkung auf das zu verarbeitende Material hat, als dies bei einer üblichen als Schmelzepumpe eingesetzten Zahnradpumpe in der Bauweise eines Stirnradgetriebes der Fall ist. Dort werden lediglich zwei Materialteilströme erzeugt und wieder zusammengeführt. Bei den in den Figuren dargestellten Zahnradpumpen, die jeweils mit vier Planetenrädern ausgestattet sind, werden acht Teilströme im Schmelzenfluss erzeugt und wieder zusammengeführt. Dadurch wird eine signifikant bessere Materialmischung gewährleistet. Durch eine einfache mechanische Kopplung des Planetenträgers mit der Schneckenwelle eines Extruders kann auf einen separaten motorischen Antrieb der Zahnradpumpe vollständig verzichtet werden. Dennoch ist eine Regelung der Förderleistung der Zahnradpumpe möglich, wenn diese auf eine axiale Verstellung eingerichtet ist, wie dies vorstehend beschrieben wurde.

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

Bezugszeichenliste

1	Planetenrad
2	Planetenträger
3	Hohlrad
4	Pumpengehäuse
5	Eingangsdichtwand
6	Eintrittsöffnung
7	Ausgangsdichtwand
8	Austrittsöffnung
9	Saugraum
9a	Saugraumelement
10	Druckraum
10a	Druckraumelement
11	Dichtbereich
12	Trennwand
13	Zahnradgrundkörper
14	weichelastische Umhüllung
15	Schneckenextruder
16	Extrudergehäuse
17	Schneckenwelle
18	Zahnradpumpe
19	Förderende
20	Stiftzylinderextruderbereich
21	Vakuumentgasungsbereich
22	Extruderaustritt
23	Verstellbarer Stift
24	Vakuumschluß
25	Kopfstück
26	Blister
b ₁	Verzahnungsbreite Hohlrad
b ₂	Verzahnungsbreite Planetenrad
w	Verschiebeweg
d	Dicke Eingangsdichtwand
Δh	Unterschied der Zahnhöhe

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

Patentansprüche

1. Schneckenextruder - Zahnrادpumpen - Anordnung für hochviskose Medien,
5 insbesondere für Kunststoffschmelzen und Kautschukmischungen, mit einer oder mehreren Schneckenwellen (17) sowie einer mechanisch mit der oder den Schneckenwelle(n) antriebsmäßig gekoppelten Zahnrادpumpe (18), deren Pumpengehäuse (4) Bestandteil des Gehäuses (16) des Schneckenextruders (15) ist oder unmittelbar daran angeschlossen ist,
10 - mit einem mit mindestens einem drehbar gelagerten Planetenrad (1) bestückten Planetenträger (2),
- mit zwei weiteren Funktionselementen, die mit dem mindestens einen Planetenrad (1) im Sinne eines Sonnenrads bzw. eines Hohlrads (3) zusammenwirken,
- mit einem den Planetenträger (2) umgebenden Pumpengehäuse (4),
15 - mit einer Eingangsdichtwand (5), die mit dem Planetenträger (2) drehfest verbunden ist und mindestens eine Eintrittsöffnung (6) für das zu fördernde Medium aufweist,
- mit einer Ausgangsdichtwand (7), die mit dem Planetenträger (2) drehfest verbunden ist und mindestens einer Austrittsöffnung (8) für das zu fördernde
20 Medium aufweist und
- und mit einem Saugraum (9) und einem Druckraum (10), die von dem Pumpengehäuse (4) umschlossen und gegeneinander abgedichtet sind, wobei der Saugraum (9) in Förderrichtung vor der Eingangsdichtwand (5) angeordnet ist sich durch die mindestens eine Eintrittsöffnung (6) hindurch in mindestens ein Saugraumelement (9a) entlang des mindestens einen Planetenrads (1) bis zu der
25 Ausgangsdichtwand (7) erstreckt und wobei der Druckraum (10) in Förderrichtung hinter der Ausgangsdichtwand (7) angeordnet ist,
- wobei jeweils nur eines der beiden als Sonnenrad oder Hohlrad (3) wirkenden Funktionselemente eine mit dem mindestens einen Planetenrad (1) kämmende Verzahnung aufweist und das andere Funktionselement mindestens einen Dichtbereich (11) aufweist, der glattwandig und über einen Teil des Umfangs und über die Länge des mindestens einen Planetenrads (1) gleitbar dichtend anliegend ausgeführt ist,
30 - wobei das den mindestens einen Dichtbereich (11) aufweisende andere Funktionselement drehfest mit dem Planetenträger (2) verbunden ist und
- dass zur Trennung des mindestens einen Saugraumelements (9) von dem mindestens einen Druckraumelement (10a) in Umfangsrichtung versetzt zu dem mindestens einen Planetenrad (1) mindestens eine sich von der Eingangsdichtwand (5) bis zur Ausgangsdichtwand (7) erstreckende Trennwand (12) angeordnet

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

ist, die mit dem den mindestens einen glattwandigen Dichtbereich (11) aufweisenden anderen Funktionselement drehfest und dichtend verbunden ist und sich in radialer Richtung bis zum Kopfkreis der Verzahnung des die Verzahnung aufweisenden Funktionselements erstreckt.

5

2. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Druckraum (10) durch die mindestens eine Austrittsöffnung (8) hindurch in mindestens ein Druckraumelement (10a) entlang des mindestens einen Planetenrads (1) bis zu der Eingangsdichtwand (5) erstreckt.
3. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Trennwand (12) jeweils über die gesamte axiale Länge des mindestens einen Planetenrads (1) großflächig über den Umfang des Planetenrads (1) an dessen Verzahnung dichtend anliegt.
4. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils mindestens zwei, insbesondere jeweils mindestens vier Planetenräder (1), Trennwände (12), Eintritts- (6) und Austrittsöffnungen (8) vorgesehen sind.
5. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzahnung des mindestens einen Planetenrads (1) und des verzahnten Funktionselements als Schrägverzahnung ausgeführt ist.
6. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Trennwand (12) entsprechend der Schrägverzahnung in axialer Richtung wendelförmig verläuft.
7. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

35

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

dass die mindestens eine Trennwand (12) einstückig mit dem den mindestens einen Dichtbereich (11) aufweisenden Funktionselement ausgebildet ist.

- 5 8. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Hohlrad (3) mit der Verzahnung und das dem Sonnenrad entsprechende Funktionsteil mit dem mindestens einen Dichtbereich (11) versehen ist.
- 10 9. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Planetenträger (2) und das dem Sonnenrad entsprechende Funktionsteil einstückig ausgebildet sind.
- 15 10. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsdichtwand (5) oder die Ausgangsdichtwand (7) einstückig mit dem Planetenträger (2) ausgebildet ist.
- 20 11. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Hohlrad (3) einstückig mit dem das Hohlrad (3) umgebenden Teil des Pumpengehäuses (4) ausgebildet ist.
- 25 12. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Außendurchmesser der Eingangsdichtwand (5) ungleich, insbesondere kleiner ist als der Außendurchmesser der Ausgangsdichtwand (7).
- 30 13. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zur Veränderbarkeit des Fördervolumens der Zahnradpumpe (18) der Planetenträger (2) zusammen mit dem dem Sonnenrad entsprechenden Funktionsteil und der Eingangs- (5) und der Ausgangsdichtwand (7) innerhalb des
- 35

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- Pumpengehäuses (4) axial gegenüber dem Hohlrad (3) um einen Verschiebeweg w verschieblich angeordnet ist.
14. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke d (in Verschieberichtung gesehen) der Eingangsdichtwand (5) größer ist als der maximale Verschiebeweg w .
15. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Planetenrad (1) und/oder das die mit dem mindestens einen Planetenrad (1) kämmende Verzahnung aufweisende Funktionsteil zumindest im oberflächennahen Bereich seiner Verzahnung weich-elastisch ausgeführt ist/sind.
16. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzahnung jeweils durch einen fertigungstechnisch grob tolerierten metallischen Zahnradgrundkörper (13) mit einer elastischen Umhüllung (14), insbesondere einer Umhüllung aus Gummi oder einem thermoplastischen Elastomer, im Verzahnungsbereich gebildet wird.
17. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzahnung des Hohlrads (3) oder des mindestens einen Planetenrads (1) alternierend oder abschnittsweise mit Zähnen unterschiedlicher Höhe ausgeführt ist oder im Falle mehrerer Planetenräder (1) die Zähne mindestens eines dieser Planetenräder (1) eine andere Zahnhöhe aufweisen als ein anderes Planetenrad.
18. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 1 - 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Gangzahl am Förderende (19) der Schneckenwelle/-wellen (17) jeweils gleich der Zahl der Planetenräder (1) der daran angeschlossenen Zahnradpumpe (18) ist.

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

19. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Gangzahl des vor dem Förderende (19) liegenden Abschnitts der
Schneckenwelle (17) jeweils halb so groß ist wie die Gangzahl am Förderende
(19).
20. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 1
bis 19,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die Verzahnung in der Zahnradpumpe (18) schrägverzahnt ausgeführt und
der Neigung der Wendelung der Gänge der Schneckenwelle (17) – bezogen auf
die Förderrichtung des Schneckenextruders (15) – jeweils entgegengesetzt ist.
- 15 21. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 1
bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schneckenwelle (17) jeweils zusammen mit dem Planetenträger (2) und
dem dem Hohlrad entsprechenden Funktionsteil sowie der Eingangs- und der
20 Ausgangsdichtwand (5, 7) axial verschieblich angeordnet ist.
22. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach einem der Ansprüche 1
bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass in Förderrichtung hinter der Zahnradpumpe (18) ein Stiftzylinderextruder-
bereich (20) angeordnet ist.
23. Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass auf einer Schneckenwelle (17) axial hintereinander zwei Zahnradpumpen
(18) angeordnet sind, wobei die in Förderrichtung zweite Zahnradpumpe (18)
unmittelbar nach einem Vakuumentgasungsbereich (21) angeordnet ist, der sich
an den Stiftzylinderextruderbereich (20) anschließt.

WO 02/26471

PCT/DE01/03801

- 23 -

Die Erfindung betrifft eine Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Anordnung für hochviskose Medien, insbesondere für Kunststoffschmelzen und Kautschukmischungen, mit einer oder mehreren Schneckenwellen sowie einer mechanisch mit der oder den
5 Schneckenwelle(n) antriebsmäßig gekoppelten Zahnradpumpe, deren Pumpengehäuse Bestandteil des Gehäuses des Schneckenextruders ist oder unmittelbar daran angeschlossen ist.

Fig.1

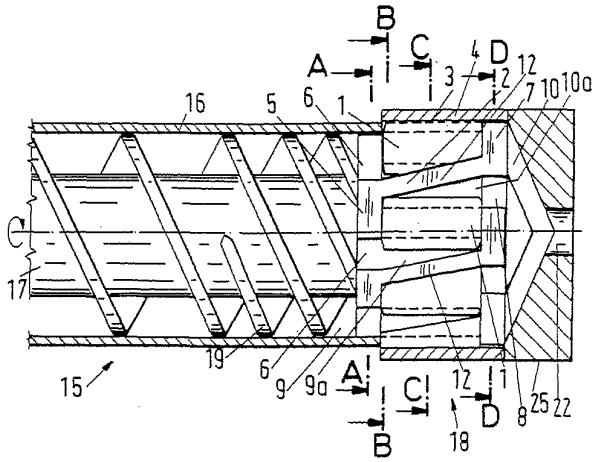
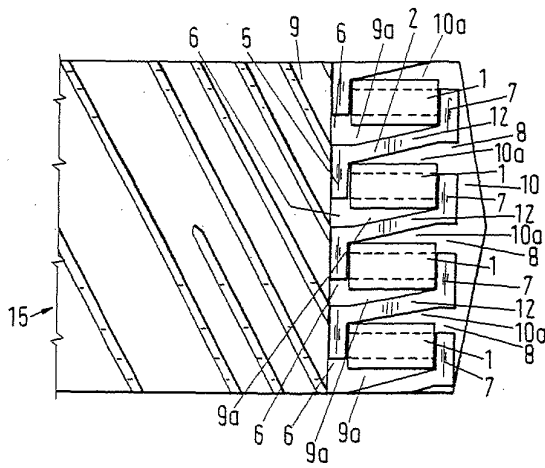


Fig.2



3/10

Fig.3A

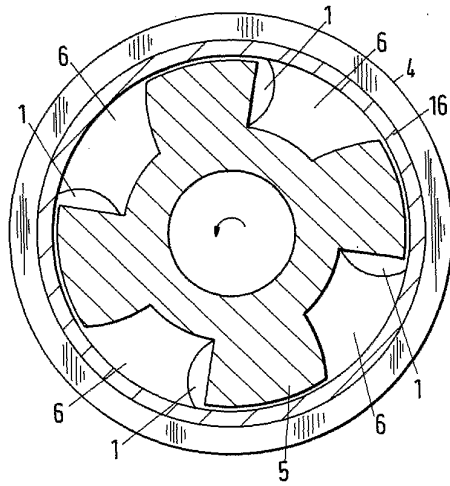


Fig.3B

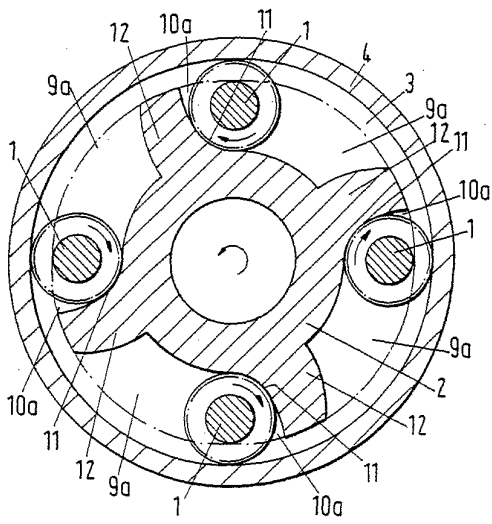
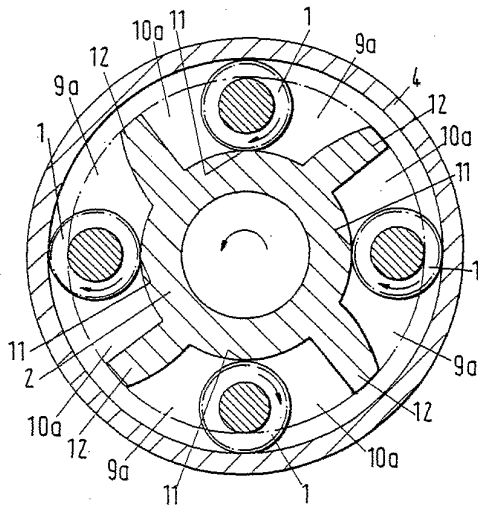


Fig.3C



6/10

Fig.3D

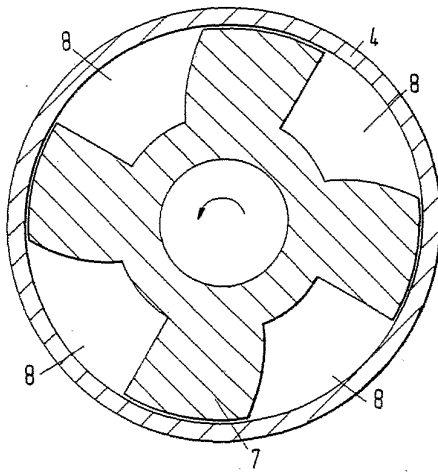


Fig.5

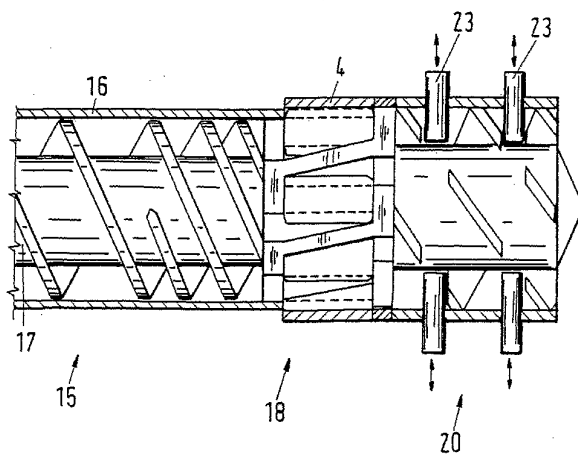
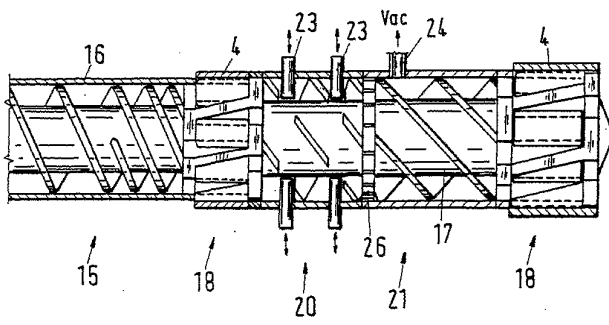


Fig.6



10/10

Fig.7

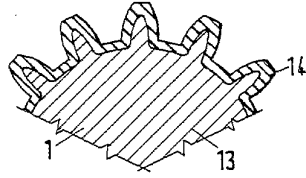
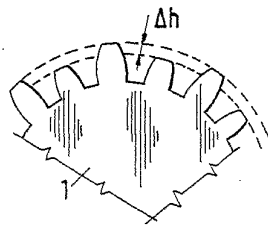


Fig.8



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		Patent Application No PCT/DE 01/03801
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B29C47/50 B29C47/64 B29C47/38		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B29C B01F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 771 774 A (HOOK W) 13 November 1973 (1973-11-13) page 2, line 67 -page 3, line 28; claims; figures ---	1-23
A	DE 37 12 749 C (HERMANN BERSTORFF MASCHINENBAU GMBH) 7 July 1988 (1988-07-07) the whole document ---	1-23
A	WO 00 53390 A (MEYER PAUL ;AZ FORMEN & MASCHBAU GMBH (DE)) 14 September 2000 (2000-09-14) the whole document --- -/-	1-23
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents:		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 1 February 2002	Date of mailing of the international search report 14/02/2002	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Jensen, K	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 01/03801

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 642 913 A (BAYER AG) 15 March 1995 (1995-03-15) cited in the application the whole document	1-23
A	DE 21 46 095 A (PLAST ELASTVERARBEITUNGSMASCH) 23 March 1972 (1972-03-23) figures	1

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE 01/03801

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3771774 A	13-11-1973	GB 1370429 A	16-10-1974
		AU 3429171 A	12-04-1973
		CH 529584 A	31-10-1972
		DE 2151550 A1	20-04-1972
		IT 938985 B	10-02-1973
DE 3712749 C	07-07-1988	DE 3712749 C1	07-07-1988
		GB 2204524 A	16-11-1988
		IT 1216670 B	08-03-1990
		JP 63278818 A	16-11-1988
WO 0053390 A	14-09-2000	AU 3176700 A	28-09-2000
		EP 1159120 A1	05-12-2001
		WO 0053390 A1	14-09-2000
		GB 2347643 A ,B	13-09-2000
EP 0642913 A	15-03-1995	DE 4331109 A1	16-03-1995
		DE 59406660 D1	17-09-1998
		EP 0642913 A1	15-03-1995
DE 2146095 A	23-03-1972	DE 2146095 A1	23-03-1972

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		1 Internationales Abkürzungszeichen PCT/DE 01/03801
A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B29C47/50 B29C47/64 B29C47/38		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfgebiet (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 B29C B01F		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfgebiet gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bez. Anspruch Nr.
A	US 3 771 774 A (HOOK W) 13. November 1973 (1973-11-13) Seite 2, Zeile 67 -Seite 3, Zeile 28; Ansprüche; Abbildungen	1-23
A	DE 37 12 749 C (HERMANN BERSTORFF MASCHINENBAU GMBH) 7. Juli 1988 (1988-07-07) das ganze Dokument	1-23
A	WO 00 53390 A (MEYER PAUL ;AZ FORMEN & MASCHBAU GMBH (DE)) 14. September 2000 (2000-09-14) das ganze Dokument	1-23
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benützung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist *S* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
1. Februar 2002		14/02/2002
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5916 Patentkan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Jensen, K

Formblatt PCT/ISA210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 01/03801

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Blatt- Ansruch Nr.
A	EP 0 642 913 A (BAYER AG) 15. März 1995 (1995-03-15) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-23
A	DE 21 46 095 A (PLAST ELASTVERARBEITUNGSMASCH) 23. März 1972 (1972-03-23) Abbildungen	1

Formblatt PCT/BA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Akkordzeichen

PCT/DE 01/03801

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3771774 A	13-11-1973	GB 1370429 A	16-10-1974
		AU 3429171 A	12-04-1973
		CH 529584 A	31-10-1972
		DE 2151550 A1	20-04-1972
		IT 938985 B	10-02-1973
DE 3712749 C	07-07-1988	DE 3712749 C1	07-07-1988
		GB 2204524 A	16-11-1988
		IT 1216670 B	08-03-1990
		JP 63278818 A	16-11-1988
WO 0053390 A	14-09-2000	AU 3176700 A	28-09-2000
		EP 1159120 A1	05-12-2001
		WO 0053390 A1	14-09-2000
		GB 2347643 A ,B	13-09-2000
EP 0642913 A	15-03-1995	DE 4331109 A1	16-03-1995
		DE 59406660 D1	17-09-1998
		EP 0642913 A1	15-03-1995
DE 2146095 A	23-03-1972	DE 2146095 A1	23-03-1972

Formblatt PCT/ISA210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)