



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 693 061 A5

⑤① Int. Cl.⁷: B 29 C 047/40

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 01566/98

㉔ Anmeldungsdatum: 24.07.1998

③① Priorität: 22.08.1997 DE 197 36 549.3

㉔ Patent erteilt: 14.02.2003

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 14.02.2003

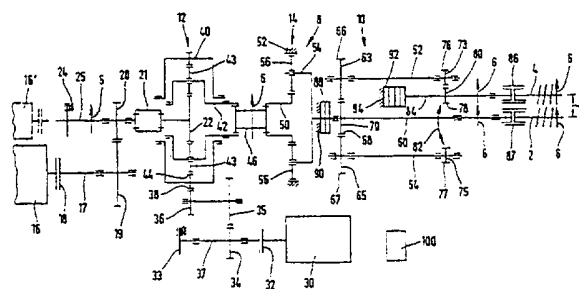
㉔ Inhaber:
RENK Aktiengesellschaft, Gögginger Strasse 73,
86159 Augsburg (DE)

㉔ Erfinder:
Heinrich Arndt, Max-Reger-Strasse 1,
86199 Augsburg (DE)
Dr. Toni Weiss, Platanenstrasse 17 a,
81377 München (DE)

㉔ Vertreter:
E. Blum & Co., Patentanwälte, Am Vorderberg 11,
8044 Zürich (CH)

⑤④ Extruder-Antriebsvorrichtung und Verfahren zum Betrieb einer solchen für Doppelschneckenextruder.

⑤⑦ Ein Doppelschneckenextruder wird mit einer Extruder-Antriebsvorrichtung betrieben. Diese umfasst eine Planetengetriebeanordnung (8), welche zwei Antriebseingänge (22, 40) für zwei verschiedene Motoren (16, 16', 30) aufweist. Die Ausgangsleistung der Planetengetriebeanordnung (8) wird nach dem Ausgang aufgeteilt. Einerseits gelangt die Leistung über die Planetengetriebe-Ausgangswelle (60) auf die zu ihr fluchtende Schneckenwelle (2), andererseits über mindestens zwei Zweigwellen (62, 64) auf die andere Schneckenwelle (4). Dadurch können weit grössere Antriebsleistungen übertragen und gleichzeitig das Drehmoment über den Drehzahlbereich konstant gehalten werden. Die Antriebsvorrichtung ist auch bei sehr kleinen Schneckenwellen-Drehachsen-Abständen a anwendbar.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Extruder-Antriebsvorrichtung für einen Doppelschneckenextruder gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betrieb einer solchen gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 12.

Extruder zum Extrudieren von Kunststoff oder anderen Materialien erfordern sehr hohe Antriebsleistungen für ihre Extruderwellen. Die Extruderwellen werden üblicherweise als Schneckenwellen bezeichnet, unabhängig von ihrer Form. Die Schneckenwellen können je nach Ausführungsform in gleicher Drehrichtung oder in entgegengesetzten Drehrichtungen routieren. Es ist bekannt, für Getriebe von Doppelschneckenextrudern so genannte Leistungsteilungsgetriebe verwenden, bei welchen die Antriebsleistung auf mehrere Leistungszweige verteilt wird, damit die einzelnen Getriebelemente nicht zu gross werden.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, eine Extruder-Antriebsvorrichtung zu entwickeln, welche weit grössere Antriebsleistungen als die bisher bekannten Getriebe übertragen kann und mit welcher die Drehzahl der Schneckenwellen des Extruders über einen grossen Bereich variiert werden kann, bei konstant bleibendem Drehmoment der Extruderwellen. In dem Drehzahlveränderungsbereich, in welchem das Drehmoment konstant bleiben soll, soll die Drehzahl der Schneckenwellen stufenlos veränderbar sein. Die Vorrichtung soll eine Baugrösse und ein Gewicht haben, die wesentlich niedriger sind als dies mit bekannten Extruder-Antriebsvorrichtungen möglich ist. Die Erfindung soll nicht nur auf Doppelschneckenextruder mit grossem Abstand der Schneckenwellen anwendbar sein, sondern auch für solche mit kleinem Abstand, beispielsweise einem Schneckenwellen-Mittenabstand von nur 300 mm.

Diese Aufgabe wird gemäss der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 und 12 gelöst.

Weitere Merkmale der Erfindung sind in dem abhängigen Patentansprüchen umschrieben.

Durch die Erfindung ergeben sich insbesondere folgende Vorteile: Das Getriebe kann Leistungen von mehr als 15 000 kW übertragen und gleichzeitig in zwei Drehzahlbereichen die Drehzahlen der Schneckenwellen verändern, während das Drehmoment der beiden Schneckenwellen über den gesamten Drehzahl-Änderungsbereich für alle Drehzahlen konstant hoch bleibt, beispielsweise auf 35 000 Nm je Schneckenwelle, d.h. auf zusammen 700 000 Nm. Ein solches Getriebe der Erfindung ist anwendbar für sehr kleine Abstände der Schneckenwellen, beispielsweise für einen Schneckenwellen-Drehachsen-Abstand von nur ungefähr 300 mm. Das Getriebe hat eine wesentlich kleinere Baugrösse und ein um nahezu 30 Prozent reduziertes Gewicht, beispielsweise von nur 52 Tonnen anstelle von ungefähr 70 Tonnen Material, was bekannte Extruder-Getriebe-techniken benötigen würden. Auch das Motor-Gesamtgewicht ist relativ niedrig, weil anstelle eines einzigen grossen Motors zwei insgesamt kleinere Motoren verwendet werden. Davon ist ein Motor ein

regelbarer Motor. Die Regelung eines Motors ist einfacher und preiswerter als ein Schaltgetriebe, welches letzteres durch die Erfindung vermieden wird. Beide Motoren sind vorzugsweise Elektromotoren.

Die Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf die Zeichnungen anhand einer bevorzugten Ausführungsform als Beispiel beschrieben. In den Zeichnungen zeigen in verschiedenen Massstäben

Fig. 1 schematisch eine Extruder-Antriebsvorrichtung nach der Erfindung mit einem elektrischen Hauptmotor und einem elektrischen regelbaren Zusatzmotor,

Fig. 2 perspektivisch eine Planetengetriebe-Ausgangswelle und eine zu ihr parallele zweite Ausgangswelle, welche letztere durch Leistungsverzweigung und Leistungssummierung von der Planetengetriebe-Ausgangswelle angetrieben wird,

Fig. 3 eine Seitenansicht der Getriebeile von Fig. 2 mit eingetragenen Kraft-Richtungspfeilen,

Fig. 4 eine Stirnansicht des Getriebes von Fig. 1 in Richtung von den Schneckenwellen des Extruders auf das Getriebe gesehen,

Fig. 5 ein Leistungs-Drehzahl-Diagramm der Extruder-Schneckenwellen.

Die in den Zeichnungen dargestellte Extruder-Antriebsvorrichtung dient zum Antrieb eines Doppelschneckenextruders, von welchem nur die beiden parallel zueinander angeordneten Schneckenwellen 2 und 4 dargestellt sind, welche beide in gleicher Drehrichtung 6 angetrieben werden. Die Extruder-Antriebsvorrichtung enthält eine Planetengetriebeanordnung 8 und ein ihr nachgeordnetes Leistungsteilungsgetriebe 10. Die Planetengetriebeanordnung 8 enthält zwei axial hintereinander angeordnete Planetengetriebestufen 12 und 14. Ein elektrischer Hauptmotor 16 ist über eine Drehmoment-Sicherheitskupplung 18, ein einstufiges Stirnradgetriebe mit den beiden Zahnrädern 19 und 20 und eine Zahnkupplung 21, in dieser Reihenfolge, mit einem Sonnenrad 22 der ersten Planetengetriebestufe 12 antriebsmässig verbunden. Gemäss einer abgewandten Ausführungsform kann der Motor 16, wie in Fig. 1 in gestrichelten Linien dargestellt und mit der Bezugszahl 16' versehen, axial zum Sonnenrad 22 angeordnet und mit ihm ohne das einstufige Stirnradgetriebe 19, 20 antriebsmässig verbunden sein. Das Sonnenrad 22 kann durch eine Bremse 24 blockiert werden, welche am freien äusseren Ende einer Welle 25 des zweiten Zahnrades 20 angeordnet ist.

Ein elektrischer Zusatzmotor 30, welcher bezüglich seiner Leistung und damit auch bezüglich seiner Abtriebsdrehzahl stufenlos regelbar ist und eine kleinere Leistungskapazität als der Hauptmotor 16 hat, ist über eine Drehmoment-Sicherheitskupplung 32 und ein einstufiges Stirnradgetriebe mit Zahnrädern 34, 35 und 36, mit einer Aussenverzahnung 38 eines drehbar angeordneten Hohlrades 40 der ersten Planetengetriebestufe 12 antriebsmässig verbunden.

Ein drehbar angeordneter Planetenträger 42 der ersten Planetengetriebestufe 12 trägt Planetenräder 43, die einerseits mit einer Aussenverzahnung des

Sonnenrades 22 und andererseits mit einer Innenverzahnung 44 des Hohlrades 40 in Eingriff sind.

Der Planetenträger 42 der ersten Planetengetriebebestufe 12 ist über eine Zahnkupplung 46 mit einem axial neben ihm angeordneten Sonnenrad 50 der zweiten Planetengetriebebestufe 14 verbunden. Die zweite Planetengetriebebestufe 14 hat ein nicht-drehbar angeordnetes Hohlrad 52 und einen drehbar angeordneten Planetenträger 54, welcher Planetenräder 56 trägt, die einerseits mit einer Aussenverzahnung des Sonnenrades 50 und andererseits mit einer Innenverzahnung des Hohlrades 52 in Eingriff sind.

Das Hohlrad 40 der ersten Planetengetriebebestufe 12 ist durch eine Bremse 33 blockierbar, welche im Antriebsstrang zwischen ihm und dem Zusatzmotor 30 angeordnet ist, vorzugsweise am freien äusseren Ende einer Welle 37 des ersten vom Zusatzmotor 30 angetriebenen Zahnrades 34.

Eine Planetengetriebe-Ausgangswelle 60 ist axial zu den Sonnenrädern und Planetenträgern der beiden Planetengetriebebestufen 12 und 14 und auch axial zur einen Schneckenwelle 2 angeordnet. Diese Planetengetriebe-Ausgangswelle 60 kann mehrteilig oder vorzugsweise einteilig ausgebildet sein und ist an ihrem Antriebsende mit dem Planetenträger 54 der zweiten Planetengetriebebestufe 14 verbunden und an ihrem Abtriebsende über eine Kupplung 87 drehfest und axialfest mit der einen Schneckenwelle 2 verbunden.

Das Leistungsteilungsgetriebe 10 enthält zwei (oder mehr) zur Planetengetriebe-Ausgangswelle 60 parallel angeordnete Zweigwellen 62 und 64, deren der zweiten Planetengetriebebestufe 14 nahegelegenen Endabschnitte je mit einem Zahnrad 63 bzw. 65 drehfest verbunden sind, welche gleichen Durchmesser haben und mit einer Schrägverzahnung 66 bzw. 67 mit gleicher Zähnezahzahl versehen sind und mit einer korrespondierenden Schrägverzahnung 68 eines zentralen Zahnrades 70 in Eingriff sind, welches drehfest auf der Planetengetriebe-Ausgangswelle 60 angeordnet ist. Das zentrale Zahnrad 70 bildet mit den Zahnrädern 63 und 65 eine Leistungsverzweigung von der Planetengetriebe-Ausgangswelle 60 auf die Zweigwellen 62 und 64.

Die von der zweiten Planetengetriebebestufe 14 weiter entfernten Endabschnitte der Zweigwellen 62 und 64 sind je mit einem Zahnrad 73 bzw. 75 drehfest verbunden, welche je gleichen Durchmesser und einen schräg verzahnten Aussenzahnkranz 76 bzw. 77 mit einer gleichen Anzahl von Zähnen haben. Diese Zahnräder 73 und 75 sind mit einem Zahnrad 80 in Eingriff, welches eine entsprechende schräg verzahnte Aussenverzahnung 78 hat und mit einer zweiten Ausgangswelle 84 drehfest verbunden ist. Die Zahnräder 73, 75 und 80 bilden am entfernten Ende der Zweigwellen 62 und 64 eine Leistungssummierung von den beiden Zweigwellen 62 und 64 auf die zweite Ausgangswelle 84 der Extruder-Antriebsvorrichtung. Diese zweite Ausgangswelle 84 ist parallel zur Planetengetriebe-Ausgangswelle 60 und axial zur zweiten Schneckenwelle 4 angeordnet und an ihrem von der zweiten Planetengetriebebestufe 14 weiter entfernten Ende über eine

Kupplung 86 mit der zweiten Schneckenwelle 4 drehfest und axialfest verbunden.

Damit beide Zweigwellen 62 und 64 und ihre Zahnräder in Fig. 1 ersichtlich sind, sind sie in eine gemeinsame Ebene geklappt dargestellt, während sie in Wirklichkeit nicht in einer gemeinsamen Ebene mit der Planetengetriebe-Ausgangswelle 60 liegen, damit beide Zahnräder 73 und 75 am entfernten Ende der Zweigwelle 62 und 64 mit dem gemeinsamen Zahnrad 80 in Eingriff sind, wie dies in Fig. 1 durch einen Pfeil 82 angedeutet und in Fig. 2 der Praxis entsprechend richtig dargestellt ist.

Damit entspricht die Drehrichtung 6 der Schneckenwellen 2 und 4 auch der Drehrichtung 6 der beiden Ausgangswellen 60 und 84.

Axiale Schubkräfte der einen Schneckenwelle 2 werden über die Planetengetriebe-Ausgangswelle 60 auf ein Axialdrucklager 88 und von diesem auf einen Getriebegehäuseteil 90 übertragen. Das Axialdrucklager 88 befindet sich zwischen dem treibenden Zahnrad 70 der Leistungsverzweigung 63, 65, 70 und dem Planetenträger 54 der zweiten Planetengetriebebestufe 14.

Die axialen Schubkräfte der zweiten Schneckenwelle 4 werden über die zweite Ausgangswelle 84 auf ein zweites Axialdrucklager 92 und von diesem ebenfalls auf einen Getriebegehäuseteil 94 übertragen. Das zweite Axialdrucklager 92 befindet sich neben den Wellen 60, 62 und 64 in einem Zwischenraum zwischen den Zahnrädern 63, 65, 70 der Leistungsverzweigung und den Zahnrädern 73, 75, 80 der Leistungssummierung der Zweigwellen 62 und 64. Der Ort der Axialdrucklager 88 und 92 ist von besonderer Bedeutung, wenn man bedenkt, dass in einem solchen Getriebe, in welchem über 15 000 kW und 700 000 Nm übertragen werden sollen, der Mitten-Abstand der beiden Ausgangswellen 60 und 64 beispielsweise nur 300 mm betragen darf, entsprechend dem gleich kleinen Mitten-Abstand der Schneckenwellen 2 und 4.

Aus diesem Grunde sind die Schrägverzahnungen des Leistungsteilungsgetriebes 10 derart gewählt, dass zwar die Axialkräfte F63 und F65, welche wegen der Schrägverzahnung von den getriebenen Zahnrädern 63 und 65 auf ihr treibendes Zahnrad 70 der Leistungsverzweigung wirken, in die gleiche Richtung gegen das eine Axialdrucklager 88 gerichtet sind wie die axialen Schubkräfte der einen Schneckenwelle 2, jedoch die Axialkräfte F73 und F75, welche wegen der Schrägverzahnung von den treibenden Zahnrädern 73 und 75 auf das von ihnen getriebene Zahnrad 78 der Leistungssummierung wirken, entgegengesetzt zur Axialschubrichtung der anderen Schneckenwelle 4 gerichtet sind und damit die Axialkraft dieser anderen Schneckenwelle 4 teilweise kompensieren, sodass auf das davon betroffene andere Axialdrucklager 92 der zweiten Ausgangswelle 84 eine geringere resultierende axiale Kraft wirkt als über die Planetengetriebe-Ausgangswelle 60 auf das ihr zugeordnete eine Axialdrucklager 88. Damit ist berücksichtigt, dass für das Axialdrucklager 92 der zweiten Ausgangswelle 84 noch weniger Raum zur Verfügung steht als für das eine Axialdrucklager 88 der einen Planetengetriebe-Ausgangswelle 60. Innerhalb der Zweigwellen 62

und 64 sind die Axialkräfte ihrer Zahnräder 63 und 73 bzw. 65 und 75 gegeneinander gerichtet, sodass sie sich gegenseitig aufheben und in diesen Zweigwellen 62 und 64 keine resultierenden Axialkräfte entstehen. In Fig. 3 sind die in den Zahnrädern 63, 65, 73 und 75 entstehenden Umfangskräfte jeweils mit 96 bezeichnet. Der schräge Verlauf der Zähne der Schrägverzahnungen dieser Zahnräder 63, 65, 73 und 75 ist jeweils durch einen in ihnen schräg gezogenen Strich angedeutet, welcher mit der gleichen Bezugszahl wie die zugehörige Schrägverzahnung 66, 67, 68, 76, 77 bzw. 78 bezeichnet ist.

Das Axialdrucklager 88 der Planetengetriebe-Ausgangswelle 60 ist in Fig. 3 nur schematisch angedeutet. Ferner ist zu beachten, dass die Zweigwellen 62 und 64 und die zweite Ausgangswelle 84 in Fig. 3 nur zum besseren Verständnis der Kräfteverhältnisse in der gleichen Ebene wie die Planetengetriebe-Ausgangswelle 60 dargestellt sind, jedoch in Wirklichkeit um deren Umfang herum entsprechend Fig. 2 verteilt angeordnet sind.

Wie Pfeile 6 in Fig. 1 zeigen, drehen sich die Sonnenräder 22 und 50 der beiden Planetengetriebestufen 12 und 14 in gleicher Drehrichtung wie die Schneckenwellen 2 und 4.

Die Anordnung der Drehmoment-Sicherheitskupplungen 18 und 32 an den in Fig. 1 dargestellten Stellen hat den Vorteil, dass ihnen zur Betätigung erforderliche Druckluft vom frei zugänglichen Ende der Welle 17 bzw. 37 her zugeführt werden kann, welche durch die Sicherheitskupplung 18 bzw. 32 mit dem Motor 16 bzw. 30 verbunden ist.

Eine in Fig. 1 schematisch dargestellte elektronische Regeleinrichtung 100 dient zur Einstellung und Regelung der Leistung und damit auch der Drehzahl des regelbaren Zusatzmotors 30 und zum Einschalten und Ausschalten des Hauptmotors 16 und der Bremsen 24 und 33 in Abhängigkeit von der geforderten Betriebsart der Schneckenwellen 2 und 4.

Die verschiedenen Betriebsarten, die mit der erfindungsgemässen Extruder-Antriebsvorrichtung möglich sind, werden im Folgenden mit Bezug auf Fig. 5 beschrieben. Hierbei wird eine praktische Ausführungsform beschrieben, bei welcher der Drehachsenabstand oder Schneckenwellen-Mittenabstand «a» nur 316 mm beträgt; die Extruderleistung 14 661 kW beträgt und hierfür der elektrische Hauptmotor 16 eine Antriebsleistung von 10 996 kW und der regelbare elektrische Zusatzmotor 30 eine Leistung von 3665 kW hat; die Betriebsdrehzahl des Hauptmotors 16 beträgt 1500 U/min; die Drehzahl des Zusatzmotors 30 ist zwischen 0 und 50 U/min stufenlos einstellbar durch entsprechende Einstellung seiner Leistung zwischen 0 und 3665 kW; im regelbaren Drehzahlbereich des Zusatzmotors 30 wird das Drehmoment jeder Extruder-Schneckenwelle 2 und 4 konstant auf 350 000 Nm gehalten, auch wenn die Drehzahl der Schneckenwellen 2 und 4 durch den Zusatzmotor 30 über einen Drehzahlbereich von beispielsweise 50 U/min stufenlos verändert wird; der gesamte Drehzahlbereich der Schneckenwellen 2 und 4 liegt zwischen 0 und 200 U/min; die Drehzahl des Sonnenrades 22 der ersten Planetengetriebestufe 12 beträgt 0, wenn

ihre Bremse 24 geschlossen ist, oder 1500 U/min, wenn diese Bremse 24 geöffnet ist und der Hauptmotor 16 läuft. Hieraus ist ersichtlich, dass die Drehzahl von 1500 U/min des Sonnenrades 22 der ersten Planetengetriebestufe 12 selbst dann auf einfache Weise aufrecht erhalten werden kann, wenn wahlweise verschiedene Hauptmotoren 16 verwendet werden, beispielsweise Motoren mit einer Drehzahl von 1200 oder 1000 U/min, da zur Drehzahlanpassung lediglich die Zahnräder 19 und 20 gegen entsprechende andere Zahnräder ausgetauscht zu werden brauchen, oder bei einem Motor mit 1500 U/min auch weggelassen werden können, wenn dieser Motor entsprechend dem Motor 16 axial zum Sonnenrad 22 angeordnet wird.

Erste Betriebsmöglichkeit gemäss Fig 5: Hauptmotor 16 ist abgeschaltet, Sonnenrad 22 der ersten Planetengetriebestufe 12 ist durch ihre Bremse 24 blockiert; die Schneckenwellen 2 und 4 werden nur vom Zusatzmotor 30, dessen Bremse 33 geöffnet ist, angetrieben mit einer stufenlos regelbaren Schneckenwellen-Drehzahl im Bereich zwischen 0 und 50 U/min, wobei bei jeder Drehzahl das Schneckenwellen-Drehmoment konstant auf 350 000 Nm je Schneckenwelle 2 und 4 gehalten wird.

Zweite Betriebsmöglichkeit: Der regelbare Zusatzmotor 30 ist zunächst abgeschaltet und durch seine Bremse 33 blockiert; der Hauptmotor 16 wird eingeschaltet und hebt die Drehzahl der Extruder-Schneckenwelle 2 und 4 in kurzer Zeit von 0 auf 150 U/min, wobei er mit einer vorbestimmten Dauerbetriebsleistung von 10 996 kW arbeitet. Nach Erreichen dieser Drehzahl von 150 U/min wird auch der Zusatzmotor 30 eingeschaltet und seine Bremse 33 geöffnet und seine Leistung der Leistung des Hauptmotors 16 über die erste Planetengetriebestufe 12 durch Überlagerung zuaddiert, sodass jetzt die Drehzahl der Schneckenwellen 2 und 4 im Bereich zwischen 150 und 200 U/min auf jede beliebige Drehzahl stufenlos eingestellt und in diesem Bereich, unabhängig von der Drehzahl, das Moment der Schneckenwellen 2 und 4 je konstant auf 350 000 Nm gehalten wird. Das Abschalten der Schneckenwellen 2 und 4 kann in umgekehrter Weise erfolgen, indem zunächst ihre Drehzahl von 200 auf 150 U/min durch Herunterfahren des regelbaren Zusatzmotors 30 reduziert wird; danach wird bei Drehzahl «Null» des Zusatzmotors mit der ihm zugeordneten Bremse 33 das Hohlrad 40 der ersten Planetengetriebestufe 12 blockiert, anschliessend wird der Hauptmotor 16 abgeschaltet, wodurch die Drehzahl der Schneckenwellen 2 und 4 auf 0 abfällt.

Dritte Betriebsmöglichkeit: Anfahren der Schneckenwellen 2 und 4 mit dem bezüglich Leistung und Drehzahl regelbaren Zusatzmotor 30 bei geöffneter Bremse 33 und damit drehfreiem Hohlrad 40 der ersten Planetengetriebestufe 12, während deren Sonnenrad 22 durch die andere Bremse 24 blockiert ist; nach Erreichen der Schneckenwellen-Drehzahl von 50 U/min, bei der vorbestimmten maximalen Motorleistung des Zusatzmotors 30 von 3665 kW, wird der Hauptmotor 16 eingeschaltet und die Bremse 24 des Sonnenrades 22 der ersten Planetengetriebestufe 12 freigegeben, sodass die

Drehzahl der Schneckenwellen 2 und 4 von 50 auf 150 U/min steigt, wobei gemäss Fig. 5 die Leistung des Zusatzmotors 30 linear bis auf 0 zurückgenommen wird. Nachdem die Schneckenwellen 2 und 4 eine Drehzahl von 150 U/min erreicht haben, kann der Zusatzmotor 30 wieder hinzugeschaltet werden, um die Drehzahl der Schneckenwelle 2 und 4 von 150 bis 200 U/min zu erhöhen oder in diesem Bereich auf beliebige Werte stufenlos einzustellen bei konstant gehaltenem Drehmoment der Schneckenwellen 2 und 4 von je 350 000 Nm (oder einem anderen gewünschten Wert), wie dies vorstehend bei der zweiten Betriebsmöglichkeit beschrieben wurde. Die Reduzierung der Drehzahl der Schneckenwellen 2 und 4 unter 150 U/min kann entweder wie bei der beschriebenen zweiten Betriebsmöglichkeit erfolgen oder in umgekehrter Weise wie bei der Drehzahlserhöhung, indem jetzt zur Drehzahlreduzierung unter 150 U/min der Hauptmotor 16 abgeschaltet und der Zusatzmotor 30, in gleichem Masse wie die Drehzahl des Hauptmotors 16 abfällt, hochgefahren wird bis zu seiner vorbestimmten maximalen Leistung von 3665 kW, womit die Drehzahl der Schneckenwellen von 150 auf 50 U/min reduziert wird. Im Bereich von 50 bis 0 U/min kann jetzt die Drehzahl der Schneckenwellen 2 und 4 unter Beibehaltung eines konstanten Drehmomentes durch Regelung des Zusatzmotors 30 reduziert werden, oder im gewünschten Falle wieder bis auf 50 U/min erhöht werden.

Das gesamte Getriebe, 8, 10 hat, im Vergleich mit seiner hohen übertragbaren Leistung, eine extrem kleine Masse. Das gibt ein niedriges Getriebegewicht, benötigt wenig Antriebsleistung, und hat auch den Vorteil, dass die Bremsen 24 und 33 nur wenig Verschleiss haben, sodass ihre Bremsbeläge eine lange Betriebsdauer haben.

Abgewandelte Ausführungsformen der Erfindung können unter anderem sein, ohne darauf beschränkt zu sein:

Der Hauptmotor 16 oder 16' kann ein bezüglich seiner abgegebenen Leistung und Drehzahl regelbarer Motor sein, vorzugsweise ein Elektromotor. In diesem Fall kann die Drehzahl der Schneckenwellen 2 und 4 mit dem Hauptmotor 16 oder 16' stufenlos geregelt und dadurch auf einen beliebigen Wert, zwischen Null und einem Höchstwert eingestellt werden, welcher der höchsten Drehzahl des Hauptmotors entspricht, beispielsweise in dem genannten Bereich von Null bis 150 U/min oder von 50 bis 150 U/min. Wenn bei dieser abgewandelten Ausführungsform der Zusatzmotor 30 nicht geregelt wird oder ein nichtregelbarer Motor ist, kann die als Beispiel angegebene maximale Drehzahl von 200 U/min ebenfalls erreicht werden, indem beide Motoren eingeschaltet werden.

Eine andere Möglichkeit, die Drehzahl der Schneckenwellen 2 und 4 einstellbar zu machen in einem Bereich, welcher, unter Berücksichtigung der Getriebeübersetzung oder Getriebeuntersetzung, dem Drehzahlbereich von Null bis Maximal des Hauptmotors 16 oder 16' entspricht, besteht darin, den regelbaren oder nicht-regelbaren Hauptmotor 16 oder 16' bezüglich seiner Leistung und Drehzahl auf einen Maximalwert einzustellen und den Zusatz-

motor 30 als geregelten elektrischen Generator zu betreiben, sodass dessen verbrauchte Leistung und dessen Drehzahl in der Planetengetriebeanordnung 8 von der Leistung und Drehzahl des Hauptmotors subtrahiert wird. Dieser Generator-Betrieb hat aber einen grösseren Energieverbrauch zur Folge im Vergleich zum Motor-Betrieb, bei welchem beide Motoren nur motorisch, nicht generatorisch benutzt werden. Auch bei einem Zusatzmotor 30, welcher wahlweise als regelbarer elektrischer Motor oder regelbarer elektrischer Generator betreibbar ist, kann durch den gleichzeitigen motorischen Betrieb des Hauptmotors 16 oder 16' und des Zusatzmotors 30 die Drehzahl der Schneckenwellen 2 und 4 über den bei alleiniger Benutzung des Hauptmotors möglichen Bereich hinaus erweitert werden, z.B. von 150 auf 200 U/min, wie dies mit Bezug auf Fig. 5 beschrieben wurde.

Patentansprüche

1. Extruder-Antriebsvorrichtung für einen Doppelschneckenextruder, enthaltend eine Planetengetriebeanordnung (8) mit zwei Antriebseingängen (22, 40), welche von zwei verschiedenen Motoren (16, 16', 30) antreibbar sind, mit einer Planetengetriebe-Ausgangswelle (60), die sich axial zur Mittelachse der Planetengetriebeanordnung (8) von ihr weg erstreckt und an ihrem entfernten Ende Anschlussmittel (87) für eine zu ihr axial angeordnete Schneckenwelle (2) des Doppelschneckenextruders aufweist; mindestens zwei Zweigwellen (62, 64), welche parallel neben der Planetengetriebe-Ausgangswelle (60) angeordnet sind; Leistungsverzweigungs-Zahnräder (63, 65, 70) zur Leistungsverzweigung von der Planetengetriebe-Ausgangswelle (60) auf diejenigen Endabschnitte der Zweigwellen (62, 64), welche der Planetengetriebeanordnung (8) näher sind; und Leistungssummierungs-Zahnräder (73, 75, 80) zur Leistungssummierung an denjenigen Endabschnitten der Zweigwellen (62, 64), welche von der Planetengetriebeanordnung (8) weiter entfernt sind, auf eine zweite Ausgangswelle (84), welche parallel zur Planetengetriebe-Ausgangswelle (60) angeordnet ist und an ihrem von der Planetengetriebeanordnung (8) weiter entfernten Ende Anschlussmittel (86) für eine andere Schneckenwelle (4) aufweist, welche zu ihr axial angeordnet ist.

2. Extruder-Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Planetengetriebeanordnung (8) zwei axial hintereinander angeordnete, antriebsmässig miteinander verbundene Planetengetriebestufen (12, 14) aufweist, die jeweils ein zentrales Sonnenrad (22, 50), ein Hohlrad (40, 52) und einen Planetenträger (42, 54) mit Planetenrädern (43, 56) enthalten, wobei die beiden Antriebseingänge der Planetengetriebeanordnung (8) durch das Sonnenrad (22) und das Hohlrad (40) der ersten Planetengetriebestufe (12) gebildet sind.

3. Extruder-Antriebsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Sonnenrad und das Hohlrad der Planetenträger (42) der ersten Planetengetriebestufe (12) mit dem Sonnenrad (50) der zweiten Planetengetriebestufe (14) verbunden ist, dass das Hohlrad (52) der zweiten Planetengetriebe-

stufe (14) nicht-drehbar angeordnet ist, und dass der Planetenträger (54) der zweiten Planetengetriebestufe (14) mit der Planetengetriebe-Ausgangswelle (60) verbunden ist, die zu ihm axial angeordnet ist.

4. Extruder-Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass Blockiermittel (24, 33) zum Blockieren einer Drehbewegung des einen und/oder des anderen Antriebseinganges (22, 40) vorgesehen sind.

5. Extruder-Antriebsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Blockiermittel Bremsen (24, 33) sind.

6. Extruder-Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass dem einen und/oder dem anderen Antriebseingang (22, 40) der Planetengetriebeanordnung (8) ein Stirnradgetriebe (19, 20; 34, 35, 36) vorgeschaltet ist.

7. Extruder-Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Planetengetriebe-Ausgangswelle (60) an einer zwischen der Planetengetriebeanordnung (8) und den Leistungsverzweigungs-Zahnradern (63, 65, 70) gelegenen Stelle mit einer Axialdrucklager-Anordnung (88) zur Übertragung von Axialkräften von der Planetengetriebe-Ausgangswelle (60) und ihrer Schneckenwelle (2) auf einen Gehäuseteil (90) versehen ist.

8. Extruder-Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ausgangswelle (84) an einer zwischen den Leistungsverzweigungs-Zahnradern (63, 65, 70) und den Leistungssummierungs-Zahnradern (73, 75, 80) gelegenen Stelle mit einer Axialdrucklageranordnung (92) zur Übertragung von Axialkräften der zweiten Ausgangswelle (84) und ihrer Schneckenwelle (4) auf einen Gehäuseteil (94) versehen ist.

9. Extruder-Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Planetengetriebe-Ausgangswelle (60), die zweite Ausgangswelle (84), und die Zweigwellen (62, 64) bezüglich ihrer Länge, ihres Durchmessers und ihres Materials derart ausgebildet sind, dass durch Drehmoment-Belastung verursachte Torsionen dieser Wellen sich gegenseitig derart kompensieren, dass diese Torsionen keine Verdrehung der Schneckenwellen (2, 4) relativ zueinander zur Folge haben.

10. Extruder-Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein elektrischer Hauptmotor (16, 16') vorgesehen ist, welcher mit dem Sonnenrad (22) der Planetengetriebeanordnung (8) antriebsmässig verbunden ist, dass ein bezüglich seiner abgegebenen Leistung und Drehzahl regelbarer elektrischer Zusatzmotor (30) vorgesehen ist, welcher mit dem Hohlrad (40) der Planetengetriebeanordnung (8) antriebsmässig verbunden ist, dass eine elektronische Regeleinrichtung (100) vorgesehen ist, welche den Zusatzmotor (30) derart regelt, dass die beiden Ausgangswellen (60, 84) und damit auch die Schneckenwellen (2, 4) über einen von dem regelbaren Drehzahlbereich des Zusatzmotors (30) abhängigen Drehzahlbereich mit einer Vielzahl von verschiedenen, stufenlosen einstellbaren Drehzahlen antreibbar sind, wobei unabhängig von den

Drehzahlen das Drehmoment der Ausgangswellen (60, 84) und ihrer Schneckenwellen (2, 4) konstant bleibt.

11. Extruder-Antriebsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptmotor (16, 16') eine grössere maximale Leistung hat als der regelbare Zusatzmotor (30).

12. Verfahren zum Betrieb einer Extruder-Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 für einen Doppelschneckenextruder zum Antrieb der Schneckenwellen (2, 4), dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsleistungen eines Hauptmotors (16, 16') und eines leistungs-kleineren regelbaren Zusatzmotors (30) in der Planetengetriebeanordnung (8) überlagert werden und ein Teil der Ausgangsleistung der Planetengetriebeanordnung (8) einerseits direkt, ohne eine weitere Getriebestufe, über die Planetengetriebe-Ausgangswelle (60) auf die zu ihr axial angeordnete Schneckenwelle (2) abgegeben wird und der andere Teil der Ausgangsleistung über die Leistungsverzweigungs-Zahnradern (63, 65, 70) von der Planetengetriebe-Ausgangswelle (60) auf die mindestens zwei zu ihr parallelen Zweigwellen (62, 64) verteilt wird und von diesen über die Leistungssummierungs-Zahnradern (73, 75, 80) auf die parallele zweite Ausgangswelle (84), die mit der zu ihr axial angeordneten anderen Schneckenwelle (4) verbunden ist, zusammengeführt wird, wobei die Drehzahl der Schneckenwellen (2, 4) durch Regeln der Leistungsabgabe, und damit der Drehzahl des Zusatzmotors (30) verändert wird, und dass das Drehmoment an den Schneckenwellen (2, 4) bei allen, durch den Zusatzmotor (30) einstellbaren, Drehzahlen der Schneckenwellen (2, 4) konstant bleibt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die abgegebene Antriebsleistung, und damit die Drehzahl, des Hauptmotors (16, 16') auf einem konstanten Wert gehalten wird, wenn mit dem regelbaren Zusatzmotor (30) die Planetengetriebeanordnung (8) angetrieben wird, wobei der konstante Leistungswert des Hauptmotors Null sein kann, sodass die Extruderwellen (2, 4) nur vom Zusatzmotor (30) angetrieben werden, und wobei bei einem Leistungsbedarf der Extruderwellen (2, 4), welcher oberhalb der maximal abgebbaren Leistung des Hauptmotors (16, 16') liegt, die Leistung des Zusatzmotors (30) der maximalen Leistung des Hauptmotors (16, 16') geregelten hinzu addiert wird durch Überlagerung der Leistungen der beiden Motoren in der Planetengetriebeanordnung (8).

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Zusatzmotor (30) abgeschaltet und der mit ihm verbundene Antriebseingang (40) der Planetengetriebeanordnung (8) drehblockiert ist, wenn der Hauptmotor (16, 16') mit einer kleineren als einer vorbestimmten maximalen Leistung läuft.

15. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebseingang (22) der Planetengetriebeanordnung (8), welcher mit dem Hauptmotor (16, 16') antriebsmässig verbunden ist, drehblockiert ist, wenn der regelbare Zusatzmotor (30) eingeschaltet ist und die Planetengetriebeanordnung (8) antreibt.

FIG. 1

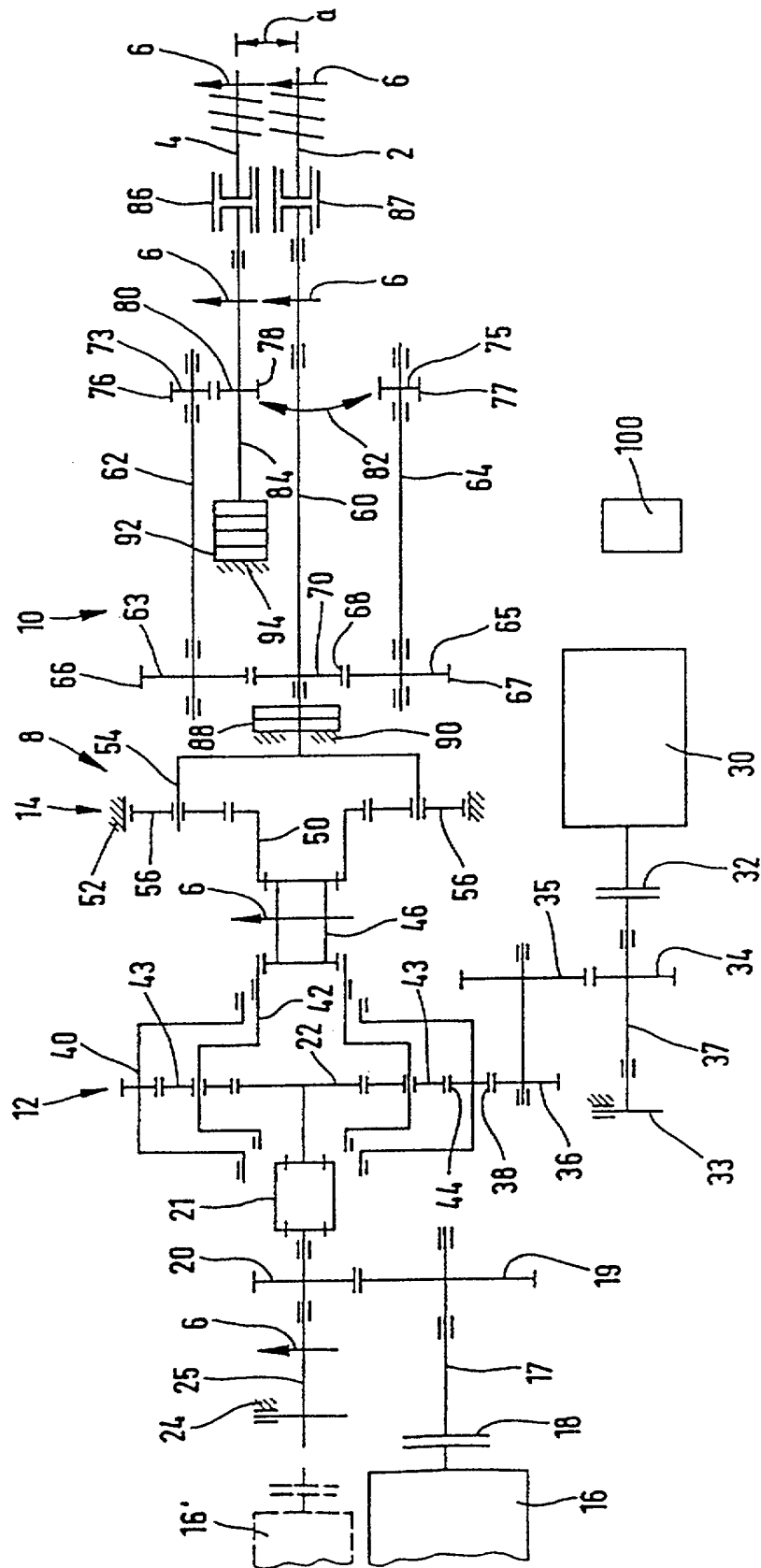


FIG. 2

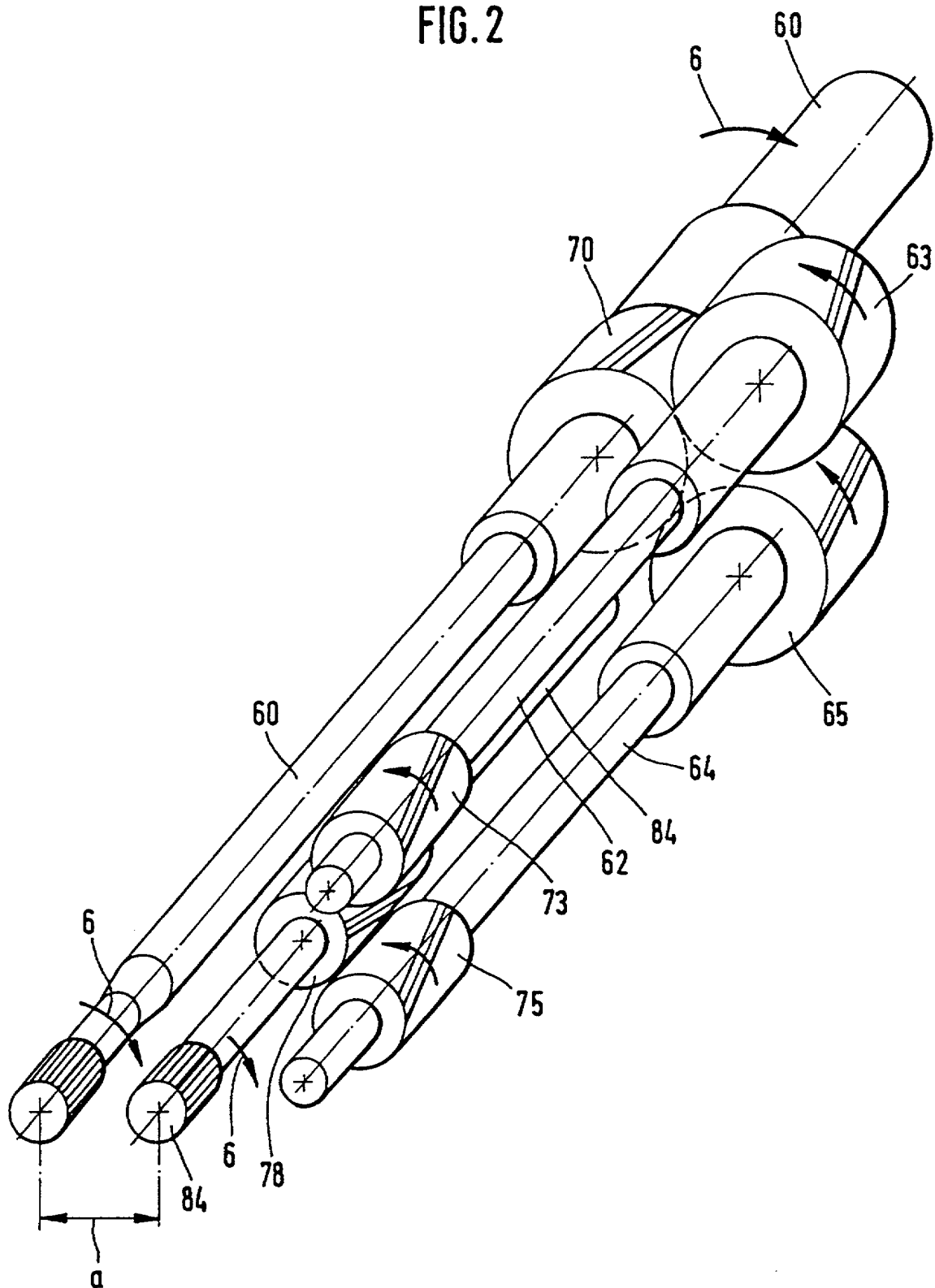


FIG. 3

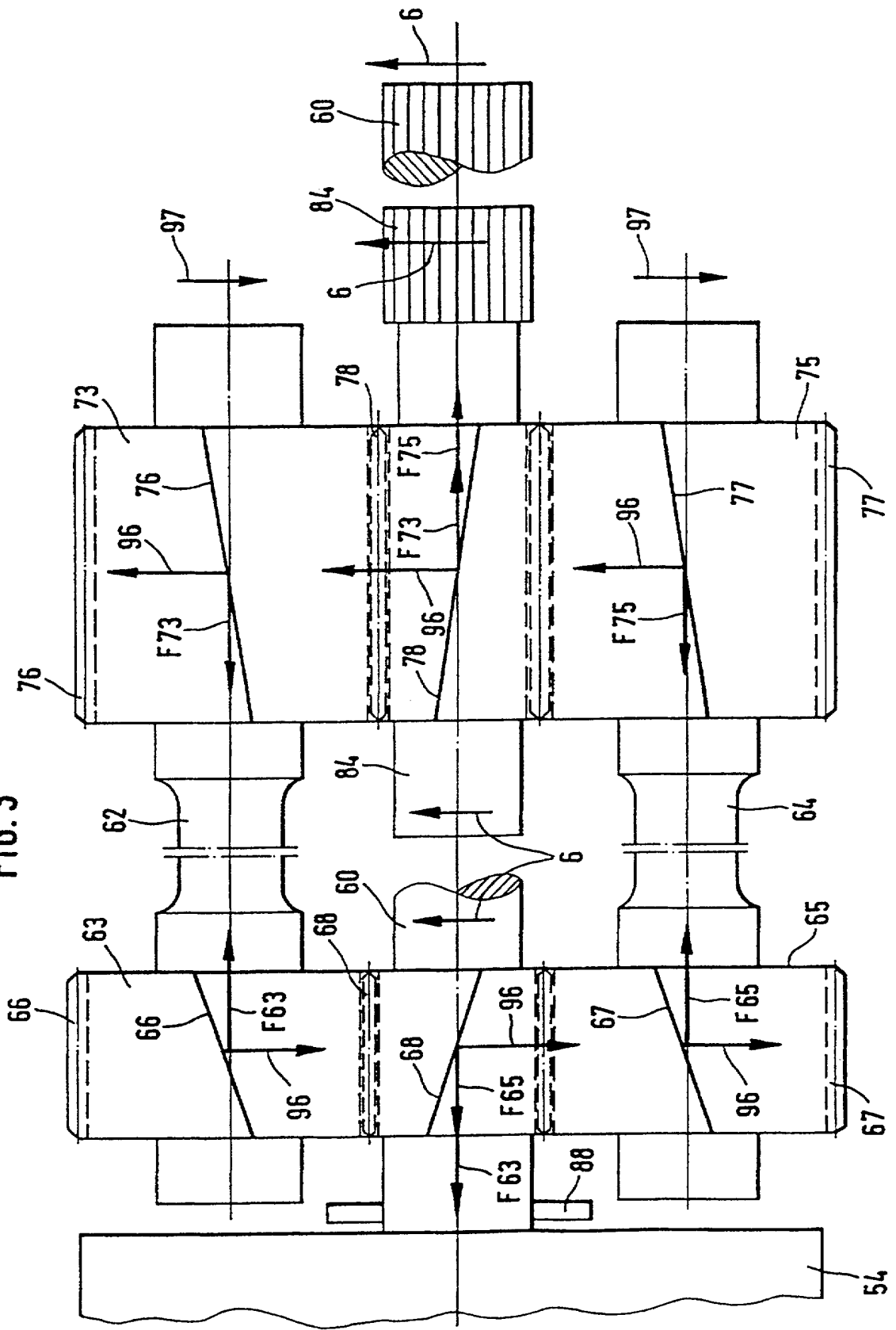


FIG. 4

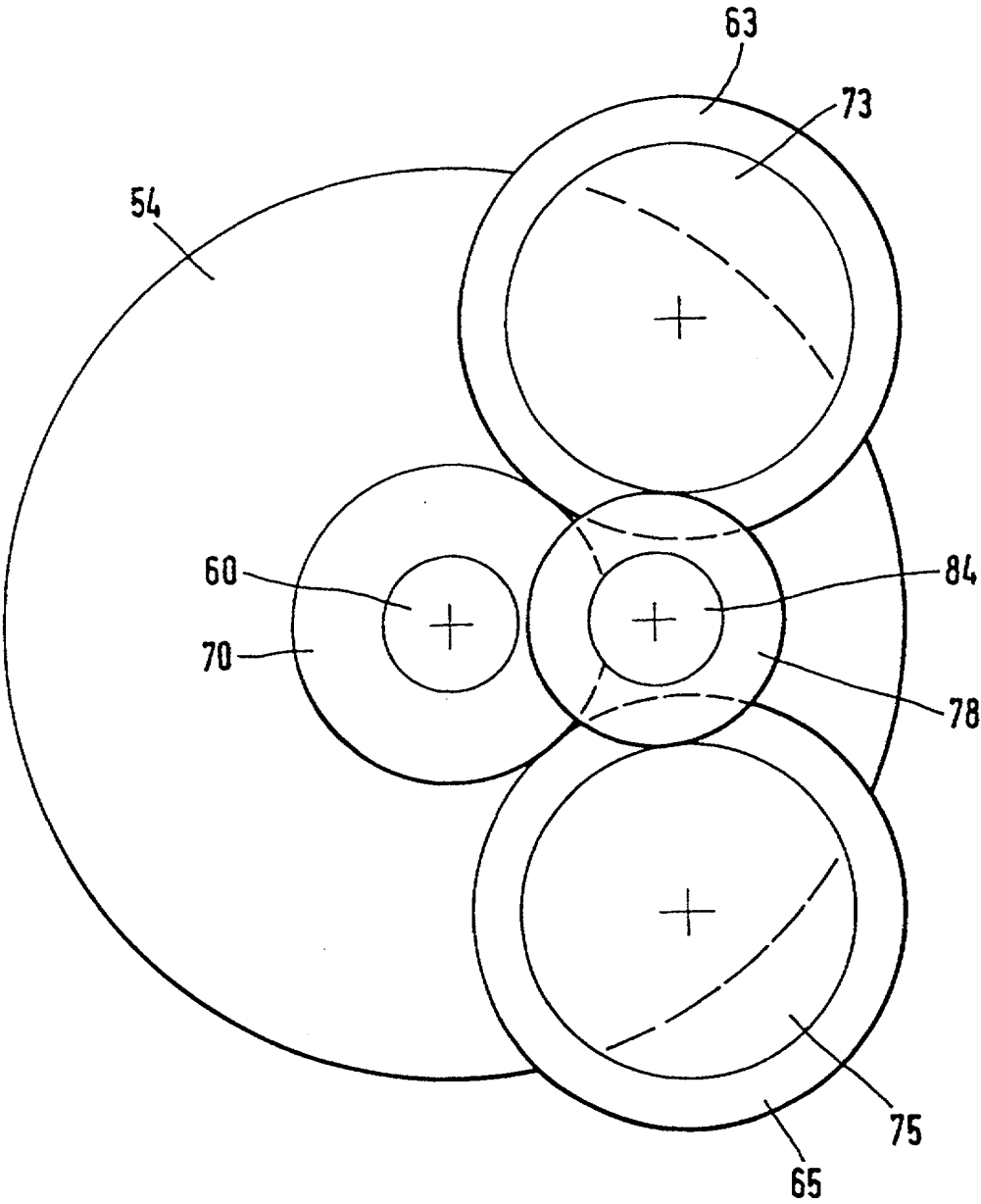


FIG. 5

