



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 649 479 A5

⑤① Int. Cl. 4: B 04 B 7/08
B 04 B 3/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

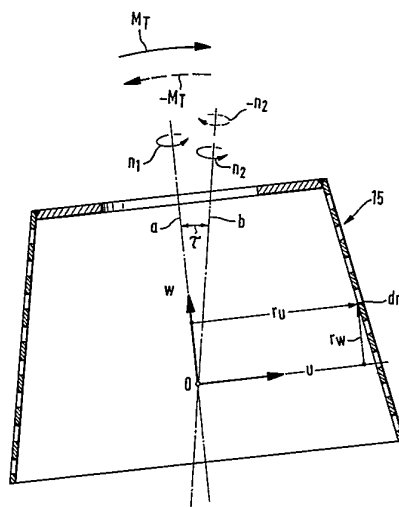
⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑫① Gesuchsnummer:	8634/80	⑦③ Inhaber:	Krauss-Maffei Aktiengesellschaft, München 50 (DE)
⑫② Anmeldungsdatum:	21.11.1980		
⑫③ Priorität(en):	16.01.1980 DE 3001378	⑦② Erfinder:	Wilkesmann, Helmut, Dr.-Ing., München 40 (DE)
⑫④ Patent erteilt:	31.05.1985		
⑫⑤ Patentschrift veröffentlicht:	31.05.1985	⑦④ Vertreter:	Kirker & Cie SA, Genève

⑤④ Schleudertrommel für Taumelzentrifuge.

⑤⑦ Die Schleudertrommel besitzt einen Siebmantel (15), ist zum Austragende erweitert und führt während ihrer Umdrehung eine Taumelbewegung aus. Die Schleudertrommel hat ein Trägheitsmoment θ_w in bezug auf die Trommelachse (a), die zugehörige Welle eine Drehzahl n_1 und ein Trägheitsmoment θ_u in bezug auf eine senkrecht zur Trommelachse stehenden Achse. Der Taumelantrieb hat eine Drehzahl n_2 . Das Verhältnis der beiden Trägheitsmomente θ_w/θ_u soll 0,55 bis 1,1 betragen, um die Schleudertrommel im Drehzahlverhältnisbereich n_2/n_1 von 0,7 bis 1,25 betreiben zu können.

Hierdurch wird das Kreiselmoment M_T , welches die Wellen und damit die Lager belastet, so stark reduziert, dass bei gleichbleibender Lagerbelastung höhere Drehzahlen bei gleichbleibendem Drehzahlverhältnis n_2/n_1 und somit höhere Zentrifugalwerte erreicht werden können.



PATENTANSPRÜCHE

1. Schleudertrommel, die einen Siebmantel aufweist und zum Austragende erweitert ist, für die eine Taumelzentrifuge, bei der die Schleudertrommel (15) während ihrer Umdrehung eine den Gutaustrag herbeiführende Taumelbewegung ausführt, bei der ferner die Achse (b) einer die Taumelbewegung bewirkenden Hohlwelle (7) die Trommelachse (a) unter dem Taumelwinkel τ schneidet, und bei der eine Kernwelle (3) mit der Drehzahl n_1 für die Rotation der Schleudertrommel (15) um ihre Trommelachse (a) und die Hohlwelle (7) mit der Drehzahl n_2 antreibbar ausgebildet sind, und ferner das Trägheitsmoment der Schleudertrommel (15) um die Trommelachse (a) θ_w und um eine senkrecht zur Trommelachse (a) stehende Achse (u) θ_u beträgt, gekennzeichnet durch ein Verhältnis der beiden Trägheitsmomente im Bereich von $\theta_w/\theta_u = 0,55$ bis 1,1, um die Schleudertrommel im Drehzahlverhältnisbereich n_2/n_1 von 0,7 bis 1,25 zu betreiben.

2. Schleudertrommel nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch das Verhältnis der beiden Trägheitsmomente im Bereich von $\theta_w/\theta_u = 0,70$ bis 0,80.

3. Taumelzentrifuge mit einer Schleudertrommel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb der Kernwelle (3) und/oder der Hohlwelle (7) drehzahlregelbar ist.

4. Taumelzentrifuge nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Kernwelle (3) und der Hohlwelle (7) ein Regelgetriebe (24) zwischengeschaltet ist.

5. Taumelzentrifuge nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine formschlüssige Verbindung zwischen der Kernwelle (3) und der Hohlwelle (7), z. B. mittels Zahnräder oder Zahnriemen (22, 23).

6. Taumelzentrifuge nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch einen Schwingungsaufnehmer, der mit dem Regelgetriebe im Sinne einer Minimierung der Schwingungen der Taumelzentrifuge in Wirkverbindung steht.

Die Erfindung betrifft die Schleudertrommel für eine Taumelzentrifuge nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs.

In Taumelzentrifugen wird zum Transport des Feststoffes über die Filterfläche der konischen Siebmanteltrommel der hierfür erforderliche zusätzliche periodisch wirkende Transportimpuls auf den Feststoff durch eine der Rotation der Schleudertrommel überlagerte Taumel- oder Präzessionsbewegung erzeugt. Die Trommel ist in einer Hohlwelle unter dem Taumelwinkel τ zur Vertikalen geneigt gelagert. Der Antrieb erfolgt über koaxial angeordnete Wellen (Kernwelle und Hohlwelle) mit unterschiedlichen Drehzahlen (n_1, n_2).

Die Taumelbewegung der Schleudertrommel bezweckt, dass jeder Ort der Innenfläche der Schleudertrommel kurzzeitig in Abständen in einem solchen Winkel zur Wirkung der Fliehkraft steht, dass der Gleitwinkel des Schleudergutes erreicht oder überschritten wird. Dabei gleitet dieses unter ständiger Abgabe der in ihm enthaltenen Feuchtigkeit zum offenen Rand der Schleudertrommel und wird auf diese Weise aus der Schleudertrommel ausgetragen. Infolgedessen braucht die Neigung der Innenfläche der Schleudertrommel nicht dem Gleitwinkel des Schleudergutes angepasst zu werden, sondern kann verhältnismässig klein sein, was bauliche Vorteile mit sich bringt.

Aus den Gesetzen der Kinematik lässt sich ableiten, dass auf Grund der zusätzlich zur Trommelrotation überlagerten Taumel- oder Präzessionsbewegung ein sog. Kreiselmoment

M_T wirksam ist, das die geneigte Trommelachse aufzurichten oder zu kippen versucht, abhängig vom eingestellten Drehzahlverhältnis n_2/n_1 . Das Kippen bzw. Aufrichten wird durch die Trommellagerung im Taumelkopfgehäuse verhindert, was als zusätzliche Lagerbelastung anzusehen ist. Daraus ist ableitbar, dass für den Zentrifugalwert der Taumelzentrifuge (abhängig von den Drehzahlwerten) eine bestimmte Grenze vorhanden ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schleudertrommel anzugeben, die beim Betrieb in einer Taumelzentrifuge einen höheren Zentrifugalwert gestattet, somit die durch das Kreiselmoment m_T belasteten Lager der Kern- und Hohlwelle relativ entlastet, indem das Kreiselmoment herabgesetzt wird.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die Massnahme nach dem Kennzeichen des Patentanspruchs 1.

Für die Grösse des Kreiselmoments M_T sind die entscheidenden Einflussgrössen die Drehzahl der Kernwelle n_1 und damit der Schleudertrommel, die Taumeldrehzahl der Hohlwelle n_2 und das Massenträgheitsmomenten-Verhältnis θ_w/θ_u der Schleudertrommel einschliesslich aller mit der Drehzahl n_1 mitrotierender Bauteile, die unter dem Taumelwinkel τ geneigt sind. θ_w ist dabei das Massenträgheitsmoment um die Rotationsachse w der Schleudertrommel und θ_u das Massenträgheitsmoment um die Kippachse u der Schleudertrommel. Die Kippachse u steht senkrecht zur Rotationsachse w und geht durch den Schnittpunkt der Schleudertrommelachse mit der Hohlwellenachse. Die Trägheitsmomente θ_w und θ_u lassen sich aus den folgenden in der Mechanik bekannten Beziehungen ermitteln:

$$\theta_w = \int r_u^2 \cdot dm \quad \theta_u = \int r_w^2 \cdot dm,$$

wobei r der Radius des Teilchens dm zur Achse w bzw. u ist. Die Integration erfolgt über alle Teilchen der rotierenden Schleudertrommel.

Die Erfindung baut auf der Erkenntnis auf, dass eine Analyse der mathematischen Beziehungen zwischen Kreiselmoment M_T und den zugehörigen Einflussparametern einen bestimmten Zusammenhang aufzeigt, und zwar den, dass zwischen dem Kreiselmoment M_T und dem Drehzahlverhältnis n_2/n_1 ein etwa parabolischer Zusammenhang besteht, derart, dass das Kreiselmoment M_T mit grösser werdendem Drehzahlverhältnis n_2/n_1 zunächst steigt, dann aber kleiner und zu null wird und im weiteren Verlauf mit negativem Wert grösser wird. Für ein bestimmtes Drehzahlverhältnis n_2/n_1 ist das Kreiselmoment M_T somit null.

Diese Nullage ist ihrerseits vom Trägheitsmomenten-Verhältnis θ_w/θ_u abhängig. Durch entsprechende Wahl dieses Trägheitsmomenten-Verhältnisses lässt sich für das Drehzahlverhältnis n_2/n_1 ein Wert ermitteln, der in einem möglichen Betriebsdrehzahlbereich einer Taumelzentrifuge liegt.

Die bisher bekannten Schleudertrommeln weisen einen diesbezüglichen Wert des Trägheitsmomenten-Verhältnisses der leeren Schleudertrommel von etwa 1,25 auf. Bei diesem Wert ist die Nullstelle des Kreiselmoments weit von einem möglichen Betriebsbereich der Taumelzentrifuge entfernt, und es tritt also ein Kreiselmoment M_T auf, das die bisher erreichbaren Zentrifugalwerte nach oben auf Grund der Lagerbelastungsgrenzen beschränkt hat. Die Erfindung ermöglicht es, dass die Nullstelle des Kreiselmoments M_T in den Betriebsdrehzahlbereich oder jedenfalls nahe an diesen heran zu legen. Somit können bei gleichbleibender Lagerbelastung höhere Zentrifugalwerte erreicht werden, d. h. höhere Werte der Drehzahlen n_1 und n_2 bei gleichbleibendem Drehzahlverhältnis n_2/n_1 .

Patentanspruch 2 gibt einen optimalen Bereich für das Trägheitsmomenten-Verhältnis an.

Nach Anspruch 3 kann in vorteilhafter Weise durch Änderung der Drehzahlverhältnisse n_2/n_1 während des Betriebs das hinsichtlich der Lagerbelastung optimale Drehzahlverhältnis eingestellt werden, beispielsweise auf Grund der Schwingungen, der die Taumelzentrifuge ausgesetzt ist. Es ist dabei von besonderem Vorteil, einen an der Taumelzentrifuge angebrachten Schwingungsaufnehmer mit der Steuerung des Regeltriebes in Wirkverbindung zu bringen (Patentanspruch 6).

Nach Anspruch 4 kann das Drehzahlverhältnis n_2/n_1 vorteilhaft durch Veränderung der Drehzahl der Hohlwelle gegenüber einer konstanten Drehzahl der Kernwelle eingestellt werden.

Die Massnahme nach Patentanspruch 5 ermöglicht in vorteilhafter Weise, dass das Drehzahlverhältnis n_2/n_1 exakt konstant gehalten wird. Bei den nach der Erfindung möglichen höheren Zentrifugalwerten kann nämlich bei einer Änderung des Drehzahlverhältnisses z.B. durch erhöhten Schlupf eines Keilriemens die Belastungsgrenze der Taumelzentrifuge erreicht werden.

Die Erfindung ist in der Zeichnung anhand einiger Ausführungsbeispiele dargestellt. Es zeigt:

Fig. 1 eine von zwei Motoren antreibbare Taumelzentrifuge in einem Längsschnitt,

Fig. 2 einen Querschnitt aus Fig. 1 mit einem Antrieb durch einen Motor über zwei Zahnriemen,

Fig. 3 einen Ausschnitt aus Fig. 1 mit einem Antrieb durch einen Motor unter Zwischenschaltung eines Regeltriebes und

Fig. 4 eine schematische Darstellung der an der Schleudertrommel einer Taumelzentrifuge wirkenden Kräfte.

Mit Hilfe von drei auf dem Fundament 1a befestigten Säulen 1, von denen lediglich eine in Fig. 1 dargestellt ist, ist der Boden 2 des Zentrifugengehäuses pendelnd aufgehängt. Eine in einer Nabe 2a über Lager 2b und 2c gelagerte Kernwelle 3 ist mit einer Riemenscheibe 4 versehen, welche über Keilriemen 4a einer Riemenscheibe 5a eines Motors 5 in Verbindung steht. Am oberen Ende der Kernwelle 3 ist ein Gelenkmitnehmer 8 (Kardangelen) vorgesehen, an dessen gegenüberliegender Seite die eigentliche Trommelwelle 9 angeordnet ist. Mit dieser ist eine kegelförmige Fangschale 14 verbunden, an der mittels Rippen 20 eine konische Schleudertrommel 15 mit dem Konuswinkel γ befestigt ist, deren Mantel als Sieb ausgebildet ist. Die Fangschale 14 ist mit der Trommelwelle 9 durch eine Mutter 13 verschraubt zusammen mit einem Gleitkopf 10, der zwischen einer Gleitscheibe 11 mit geneigter Gleitfläche 11a und einem Überwurfstück 12 drehbar angeordnet ist.

Die Gleitscheibe 11 und das Überwurfstück 12 stehen in fester Verbindung mit einer Hohlwelle 7, die auf der Kernwelle 3 drehbar und axial durch den Gelenkmitnehmer 8 und einen Stellring 3a geführt gelagert ist und an ihrer Unterseite in eine Riemenscheibe 6 übergeht. Die Riemenscheibe 6 steht über Keilriemen 6a mit einer Riemenscheibe 19a eines weiteren Motors 19 in Verbindung, der in nicht näher dargestellter Weise durch eine Regelvorrichtung 19b drehzahlregelbar ist. Bei unterschiedlichen Drehzahlen n_1 und n_2 bzw. unter-

schiedlichem Drehsinn zwischen der Kernwelle 3 und der Hohlwelle 7 taumelt die Fangscheibe 14 zusammen mit der Schleudertrommel 15 um die Hohlwelle 7.

In Fig. 1 ist ferner mit 17 ein Fülltrichter mit einem Füllrohr 17a bezeichnet, während 16 einen aussen an der Schleudertrommel angeordneten Kegelmantel zum Ableiten der ausgeschleuderten Flüssigkeit über die Kante 16a, 18 das äussere Zentrifugengehäuse mit Flüssigkeitsrinne 18a und 21 das innere Zentrifugengehäuse mit Austragkonus 21a darstellt.

Gemäss Fig. 2 ist lediglich ein einziger, drehzahlregelbarer Motor 5 vorhanden, von dessen beiden Riemenscheiben 5a und 19a über Zahnriemen 22 und 23 die Riemenscheibe 4 und damit die Kernwelle 3 und die Hohlwelle 7 angetrieben werden. Das Drehzahlverhältnis beider Wellen 3 und 7 ist somit exakt konstant.

Fig. 3 zeigt eine weitere Abwandlung des Antriebs. Hierbei treibt der Motor 5 über Keilriemen 27 die Riemenscheibe 4 der Kernwelle 3. Von den Keilriemen 27 wird das Drehmoment von der Eingangswelle eines Regeltriebes 24 abgenommen. Dessen Ausgangswelle ist über Keilriemen 26 mit der Hohlwelle 7 verbunden. Das Regelgetriebe 24 ermöglicht ein mittels eines Hebels 25 veränderbares Drehzahlverhältnis. Gegebenenfalls können die Keilriemen 26 und 27 als Zahnriemen ausgebildet sein.

Fig. 4 zeigt im Schema die Verhältnisse, die bei der Rotation der Schleudertrommel 15 mittels der Kernwelle (3 nach Fig. 1) um die Achse a mit der Drehzahl n_1 und mittels der Hohlwelle (7 nach Fig. 1) um die Achse b mit Drehzahl n_2 auftreten. Die Achse a ist die Rotationsachse w, die um den Taumelwinkel τ zur Achse b geneigt ist und mit der Drehzahl n_2 um die Achse b rotiert. Die Kippachse u steht senkrecht zur Rotationsachse und geht durch den Schnittpunkt O der beiden Achsen a und b. Das Trägheitsmoment der Schleudertrommel 15 und mit ihr rotierender Teile – nach Fig. 1 also z.B. der Teile 14, 16 und 20 – um die Rotationsachse w wird mit θ_w bezeichnet und wird ermittelt durch die Integration aller Massenpunkte dm der rotierenden Teilchen, multipliziert mit dem Quadrat der jeweiligen Entfernung r_u des Teilchens in der Rotationsachse w. Entsprechend wird das Trägheitsmoment θ_u berechnet durch Integration des Produkts der Massepunkte dm der rotierenden Teilchen und dem Quadrat der jeweiligen Entfernung r_w zur Kippachse u.

Das Kippmoment M_T , das bei der Rotation um die beiden Achsen a und b auftritt, ist bei gleichem Drehsinn der Drehzahlen n_1 und n_2 (am oberen Ende der Schleudertrommel 15) nach rechts drehend, also im Uhrzeigersinn wirkend und die Schleudertrommel 15 aufrichtend. Ist der Drehsinn entgegengesetzt (n_1 und $-n_2$), ist das Kippmoment im Gegenuhrzeigersinn gerichtet, also $-M_T$; es versucht die Schleudertrommel 15 stärker zu kippen, d.h. den Taumelwinkel τ zu vergrössern. Beide Kippmomente stellen sich als Belastung auf die die Schleudertrommel 15 tragenden Lager (u.a. 2b und 2c) dar und sind also Ursache dafür, dass die absoluten Drehzahlen n_1 und n_2 bestimmte Werte nicht überschreiten dürfen, sofern nicht von der oben erläuterten Lehre der Erfindung Gebrauch gemacht wird.

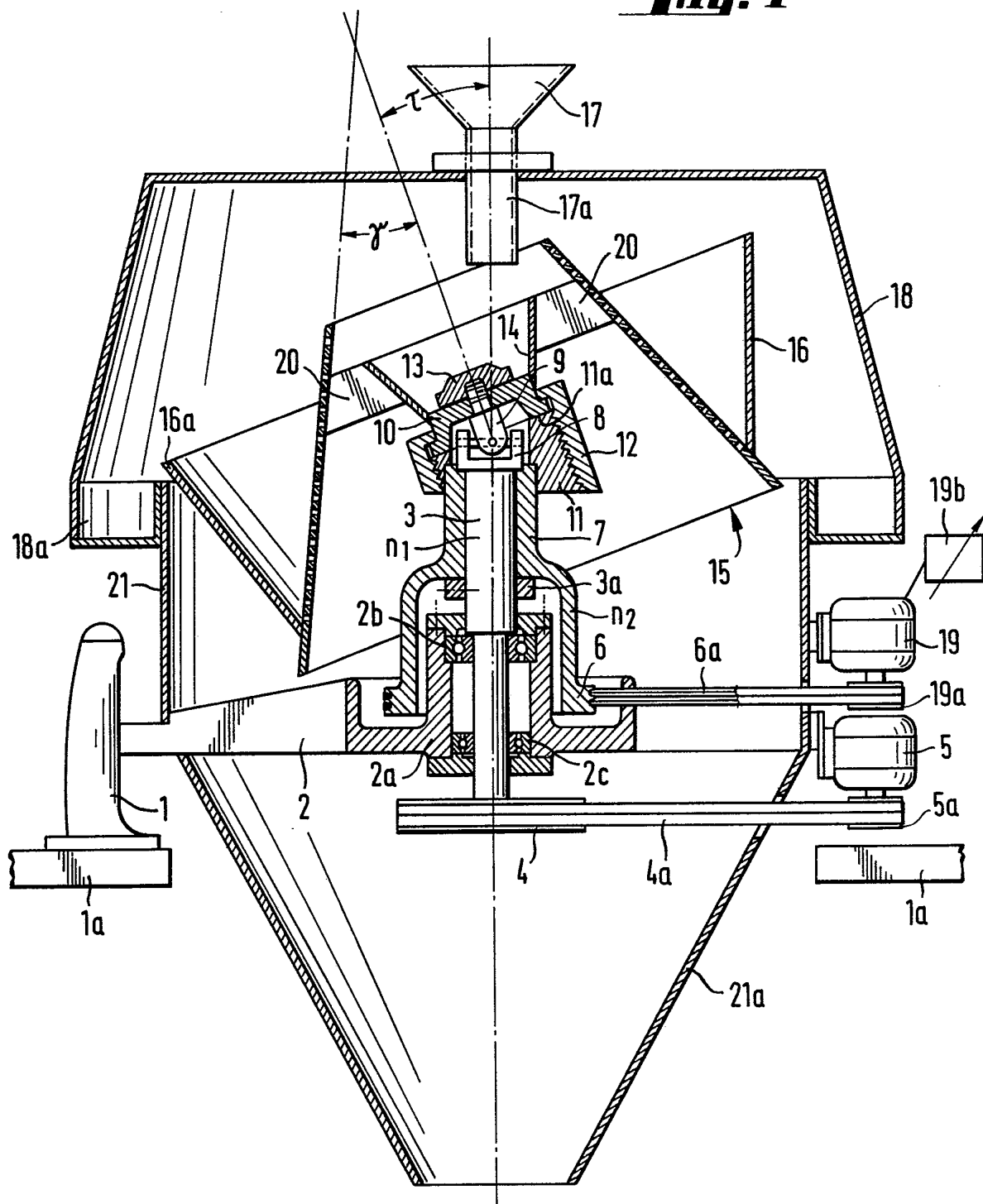
Fig. 1

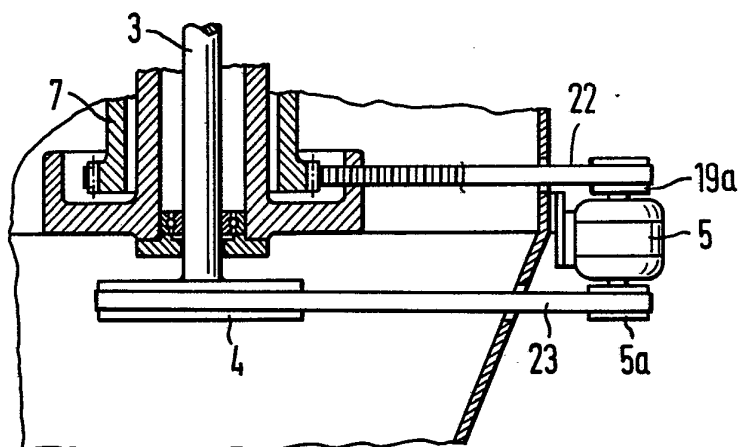
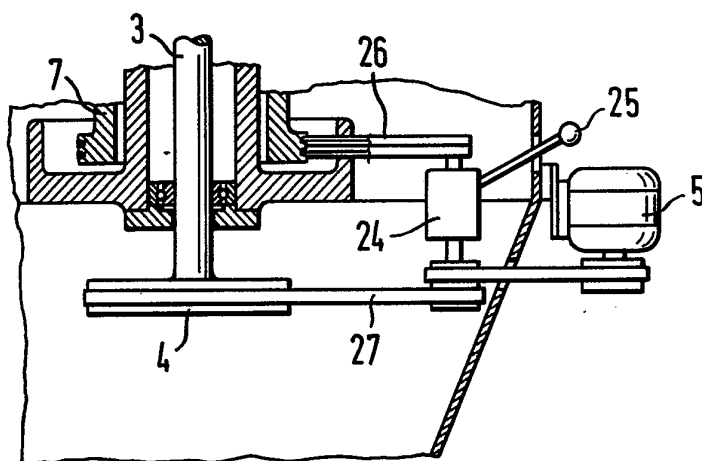
Fig. 2**Fig. 3**

Fig. 4