

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 88104222.0

Int. Cl.⁴: B30B 15/18, B30B 15/26

Anmeldetag: 17.03.88

Priorität: 01.04.87 DE 3710289
 14.05.87 DE 3716220

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 05.10.88 Patentblatt 88/40

Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL

Anmelder: GEBR. SCHMIDT FABRIK FÜR
 FEINMECHANIK
 Feldbergstrasse 1
 D-7742 St. Georgen/Schwarzwald(DE)

Erfinder: Schmidt, Rolf
 Ahornweg 14
 D-7742 St. Georgen/Schwarzwald(DE)

Vertreter: Witte, Alexander, Dr.-Ing.
 Schickhardtstrasse 24
 D-7000 Stuttgart 1(DE)

Kolbenpresse.

Eine Kolbenpresse (10) weist einen Stößel (17) auf, der mit einem in einem Zylinder (15) laufenden Kolben (16) verbunden ist. Der Zylinder (15) ist über Ventile (42, 45) mit Druckluft beaufschlagbar.

Um Preßaufgaben mit regeltem Weg/Zeit-Verlauf vornehmen zu können und eine ohne großen Installationsaufwand zu betreibende Kolbenpresse zur Verfügung zu haben, wirkt der Stößel (17) mit einem Wegmeßsystem (18) zusammen. Ein Ausgangssignal (s) des Wegmeßsystems (18) wird in einem Regler (37) mit vorgegebenen Sollwerten (s_0 , s_1 , s_2 , s_3) verglichen. Der Regler (37) steuert elektropneumatische Servoventile (42, 45) zur Druckbeaufschlagung des Zylinders (15) nach einem vorgegebenen Weg/Zeit-Verlauf ($s_{(t)}$) an (Fig. 1).

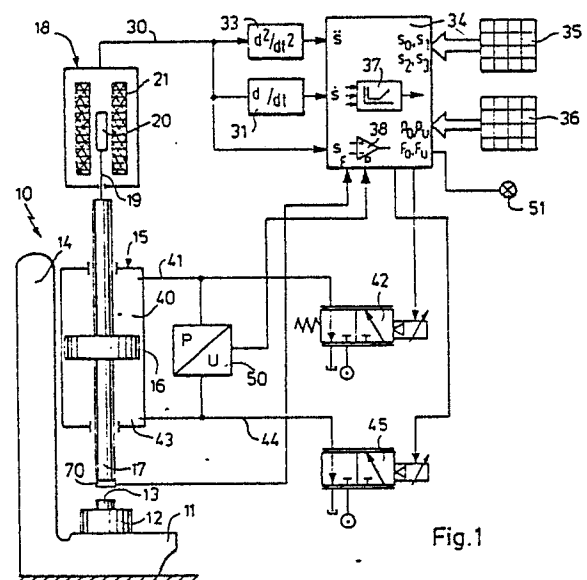


Fig.1

EP 0 284 903 A2

Kolbenpresse

Die Erfindung betrifft eine Kolbenpresse mit einem Stößel, der mit einem in einem Zylinder laufendem Kolben verbunden ist, wobei der Zylinder über Ventile mit Druckluft beaufschlagbar ist.

Kolbenpressen der vorstehend genannten Art sind allgemein bekannt. Zum Auslenken des Stößels wird die Druckluft über Schaltventile dem Kolben zugeführt, der den Stößel so lange bewegt, bis dieser auf das Werkstück auftrifft. Der Stößel wird dabei entweder mit voller Kraft auf das Werkstück aufgesetzt, die dem voreingestellten Druck der Druckluft entspricht, oder aber es sind Endlagenschalter vorgesehen, die bei Erreichen einer vorbestimmten Endstellung des Stößels die Ventile wieder schließen bzw. eine Rückholung des Stößels bewirken.

Die bekannten Kolbenpressen mit pneumatischem Antrieb haben damit den Nachteil, daß eine feinfühlige Regelung, insbesondere eine Weg/Zeit-Regelung, nicht möglich ist, weil der Stößel bekannter pneumatischer Kolbenpressen mit voller Kraft auf das Werkstück aufsetzt und allenfalls bei Erreichen eines Endschalters im Betätigungsdruck nachläßt.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, eine Kolbenpresse der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß der Stößel präzise lagegerecht ausgelenkt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Stößel mit einem Wegmeßsystem zusammenwirkt, daß ein Ausgangssignal des Wegmeßsystems in einem Regler mit vorgegebenen Sollwerten verglichen wird und daß der Regler elektropneumatische Servoventile zur Druckbeaufschlagung des Zylinders nach einem vorgegebenen Weg/Zeit-Verlauf ansteuert.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird auf diese Weise vollkommen gelöst, weil durch den regelbaren Weg/Zeit-Verlauf der Preßvorgang an unterschiedlichste Preßaufgaben angepaßt werden kann. Es können insbesondere besonders feinfühlige Preßaufgaben gelöst werden, wobei die zu durchmessenden Wege und die Geschwindigkeiten, mit denen die Wege durchmessend werden, an die jeweilige Preßaufgabe angepaßt werden können.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Weg/Zeit-Verlauf in diskrete Bereiche unterschiedlicher Steigung aufgeteilt, wobei der Stößel aus einer Ruhestellung mit stufenweise abnehmender Geschwindigkeit in eine Endstellung verfahren wird.

Diese Merkmale haben den Vorteil, daß zunächst mit relativ hoher Verfahrensgeschwindigkeit,

d.h. im Schnellgang, das Werkstück angefahren, dann in einem Arbeitshub der Großteil der Preßaufgabe ausgeführt und schließlich in einem Positionierhub die Feineinstellung für das Erreichen der vorgegebenen Endlage vorgenommen werden kann.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung dieser Variante ist der Regler ein Zustandsregler mit einstellbaren Reglerparametern, der Stellsignale in Abhängigkeit vom Wegsignal, eines Geschwindigkeitssignals sowie eines Beschleunigungssignals bildet und die Reglerparameter beim Übergang von einem ersten Bereich zu einem zweiten Bereich selbsttätig umschaltbar sind.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß die Regelung in den verschiedenen Bereichen unterschiedlicher Steigung des Weg/Zeit-Verlaufs jeweils optimal geregelt werden können, weil die den Regelvorgang bestimmenden Parameter des Reglers auf die jeweilige Steigung und damit das jeweilige Werkstück angepaßt werden können.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfaßt ein Drucksensor den auf den Zylinder wirkenden Druck oder die vom Stößel ausgeübte Preßkraft, vergleicht diese Werte mit einem vorgegebenen Soll-Wertebereich und betätigt bei Nichteinhaltung des Bereichs ein Anzeigeelement.

Diese Maßnahmen haben den besonderen Vorteil, daß zusätzlich überprüft werden kann, ob zum Durchmessen des vorgegebenen Weges, insbesondere zum Erreichen der vorgegebenen Endstellung des Stößels ein bestimmter Druck bzw. eine bestimmte Preßkraft aufgewendet oder dieser Druck bzw. diese Preßkraft unter Berücksichtigung eines bestimmten Toleranzbereichs über- oder unterschritten wurde. Auf diese Weise können Rückschlüsse auf die angelieferten Werkstücke gezogen werden. Wurde beispielsweise der vorgegebene Weg des Stößels mit einem zu geringen Druck bzw. einer zu geringen Preßkraft durchgemessen, so kann dies darauf hindeuten, daß ein zu verformendes Werkstück aus einem zu weichen Ausgangsmaterial bestand oder daß bei miteinander zu verpressenden Werkstücken das Rohmaß eine zu lose Passung aufwies, während bei Überschreiten des vorgegebenen Druck- bzw. Preßkraftbereichs entweder ein zu hartes Werkstück vorlag oder die Passung der miteinander zu verpressenden Werkstücke zu eng bemessen war. Da in beiden Fällen ein für die spezielle Anwendung nicht taugliches Werkstück vorliegen kann, kann auf diese Weise eine Unterscheidung zwischen einem Qualitätswerkstück und einem Ausschußwerkstück vorgenommen werden.

Schließlich ist eine Ausführungsform der Erfindung besonders bevorzugt, bei der die Servoventile 3/2-Servoventile mit Vorsteuerventil sind. Durch diese Kombination eines Wege-Servoventils mit einem Druck-Servoventil kann sowohl eine feinfühligke Drucksteuerung als auch eine exakte Positionierung des Pressestößels erreicht werden.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und der beigefügten Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend geschilderten und die nachstehend noch erläuterten Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematisierte Gesamtansicht einer erfindungsgemäßen Kolbenpresse mit zugehöriger elektronischer und pneumatischer Steuerung;

Fig. 2 ein Weg/Zeit-Diagramm zur Erläuterung des geregelten Verfahrens des Pressestößels bei der Presse gemäß Fig. 1;

Fig. 3 eine Kennlinie eines erfindungsgemäß verwendeten Komparators zum Erkennen von Ausschuß.

In Fig. 1 bezeichnet 10 insgesamt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kolbenpresse. Ein Maschinentisch 11 steht auf festem Untergrund auf. Auf dem Maschinentisch 11 ist ein Werkstück 12 zu erkennen, das beispielsweise mit einem Bolzen 13 verpreßt werden soll. Vom Maschinentisch 11 erstreckt sich ein Ständer 14 nach oben, der seitlich einen Zylinder 15 hält. Im Zylinder 15 läuft ein Kolben 16, der fest mit einem Stößel 17 verbunden ist.

Der Stößel 17 steht an einer geeigneten Stelle mit einem Wegmeßsystem 18 in Verbindung. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel erstreckt sich von der oberen Stirnfläche des Stößels 17 ein Stab 19, der ein induktives Element 20 trägt. Das Element 20 steht mit einer Spule 21 in Wechselwirkung. Es versteht sich jedoch, daß statt eines induktiven Wegmeßsystems 18 auch jedes andere geeignete Wegmeßsystem, beispielsweise ein kapazitives oder ein optisches oder ein sonstiges Wegmeßsystem Verwendung finden kann.

Vom Wegmeßsystem 18 führt eine elektrische Leitung 30 einmal direkt, einmal über eine Differenzierstufe 31 und ein weiteres Mal über eine Doppeldifferenzierstufe 33 zu einem Steuergerät 34. Bezeichnet man das vom Wegmeßsystem 18 erfaßte Wegsignal mit s , so liegen also die Signale s , $\dot{s}$ und $\ddot{s}$ am Steuergerät 34 an.

Über eine erste Tastatur 35 können dem

Steuergerät 34 Sollwerte s_0 , s_1 , s_2 , s_3 ... des Verfahrensweges 17 des Stößels 17 vorgegeben werden.

Über eine zweite Tastatur 36 können weitere Sollwerte in das Steuergerät 34 eingegeben werden, z.B. ein oberer und ein unterer Grenzwert p_0 , p_u eines Betriebsdrucks p der Kolbenpresse 10.

Das Steuergerät 34 umfaßt einen Regler 37, der vorzugsweise ein Zustandsregler an sich bekannter Bauart ist. Die Reglerkennlinie ist über Reglerparameter in ebenfalls an sich bekannter Weise definierbar. Der Regler 37 ist bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel mit einstellbaren Reglerparametern versehen, wie dies weiter unten noch erläutert werden wird.

Weiterhin umfaßt das Steuergerät 34 neben nicht dargestellten Komparatoren zum Vergleich des Ist-Weges s mit den Sollwerten s_0 , s_1 ... noch einen Komparator 38 zum Vergleichen von Druckwerten p , wie dies weiter unten noch erläutert werden wird.

Oberhalb des Kolbens 16 erstreckt sich im Zylinder 15 ein oberer Raum 40. Dieser ist mit einer Pneumatikleitung 41 an ein elektropneumatisches 3/2-Servoventil angeschlossen, das intern mit einem Vorsteuerventil versehen ist, wie dies beispielsweise in DIN ISO 1219 unter 7.2 ausführlich dargestellt ist.

Ein unterer Raum 43 des Zylinders 15 unterhalb des Kolbens 16 ist mit einer Pneumatikleitung 44 an ein weiteres elektropneumatisches 3/2-Servoventil 45 angeschlossen. Die Servoventile 42, 45 werden separat vom Regler 37 angesteuert.

Ein Drucksensor 50 erfaßt z.B. den Differenzdruck zwischen den Räumen 40 und 43 und liefert ein entsprechendes Signal p an den Komparator 38 im Steuergerät 34, dessen weiterer Eingang mit den mittels der zweiten Tastatur 36 vorgegebenen Grenzwerten p_0 , p_u beschaltet ist. Alternativ oder zusätzlich kann am Stößel 17 ein Kraftsensor 70 angeordnet sein, z.B. ein piezoelektrischer Sensor, um die Preßkraft F zu erfassen, die der Stößel 17 auf das Werkstück 12/13 ausübt. Mittels der zweiten Tastatur 36 können dann in einer anderen Betriebsart Grenzwerte F_0 , F_u vorgegeben werden.

Der Ausgang des Komparators 38 steuert ein Anzeigeelement 51.

Die Wirkungsweise der Kolbenpresse 10 gemäß Fig. 1 ist wie folgt:

Der Benutzer der Kolbenpresse 10 gibt zunächst in Abhängigkeit vom jeweils zu bearbeitenden Werkstück 12, 13 mittels der ersten Tastatur 35 Wege ein, wobei s_0 die Ruheposition des Stößels 17 ist, wenn der Kolben 16 seine obere Endlage in Fig. 1 eingenommen hat. Zwischen dem Wert s_0 und einem weiteren Wert s_1 , durchmißt der Stößel 17 den Leerraum bis hin zum Aufsetzen auf das Werkstück 12, 13. Vom Wert s_1 bis zu einem Wert s_2 erfolgt nun ein Arbeitshub, in dem die wesent-

liche Preßarbeit, beispielsweise das Einpressen des Bolzens 13 in das Werkstück 12, vollzogen wird. Schließlich ist noch ein kleiner Weg von dem Wert s_2 zu einem weiteren Wert s_3 , in dem z.B. der Bolzen 13 exakt auf den Endwert positioniert wird. Der Benutzer gibt ferner Verfahrensgeschwindigkeiten für den Stößel 17 in den verschiedenen Hubbereichen vor.

Der Benutzer gibt ferner mittels der zweiten Tastatur 36 einen Druckbereich zwischen einem unteren Wert p_u und einem oberen Wert p_o oder einen Preßkraftbereich $F_o - F_u$ ein, wobei geprüft werden soll, ob der zum Auslenken des Stößels 17 erforderliche Druck p bzw. die aufgewendete Preßkraft F innerhalb dieses Wertebereichs $p_o - p_u$ bzw. $F_o - F_u$ liegt.

Mittels eines in Fig. 1 nicht dargestellten Schalters wird nun die Kolbenpresse 10 eingeschaltet. Das erste Servoventil 42 wird aus der in Fig. 1 eingezeichneten Stellung umgeschaltet, so daß Druckluft aus einem Reservoir über die Pneumatikleitung 41 in den oberen Raum 40 strömt. Der Kolben 16 bewegt sich nun nach unten, wobei mittels des Wegmeßsystems 18 die jeweilige Augenblickslage des Kolbens 16 bzw. des Stößels 17 erfaßt und entsprechend der vorgegebenen Weg/Zeit-Abhängigkeit durch Betätigen der Ventile 42, 45 ggf. nachgeregelt wird. Dem Regler 37 wird infolgedessen ein Wegsignal s , ein Geschwindigkeitssignal $\dot{s}$ sowie ein Beschleunigungssignal $\ddot{s}$ zugeführt, und der Regler 37 erzeugt in Abhängigkeit von vorgegebenen Reglerparametern, die aus den vorgegebenen Werten s_o , s_1 , s_2 und s_3 und den Verfahrensgeschwindigkeiten bestimmt wurden, das analoge Steuersignal für die Servoventile 42 und 45.

In Fig. 2 ist das zugehörige Weg/Zeit-Diagramm aufgetragen. Die Kolbenpresse 10 wurde zum Zeitpunkt t_0 eingeschaltet und hat bis zum Zeitpunkt t_1 den Leerhub zwischen der oberen Ausgangsposition s_o und dem Aufsetzen s_1 auf dem Bolzen 13 durchgemessen. Wie sich aus dem relativ steilen Verlauf im Intervall t_0 bis t_1 ergibt, geschieht dieser Leerhub mit relativ hoher Verfahrensgeschwindigkeit. Zum Zeitpunkt t_1 erkennt das Wegmeßsystem 18, daß der vorgegebene Wert s_1 erreicht worden ist. Im Regler 37 werden nun die Reglerparameter umgeschaltet, wie aus dem kurzen Überschwinger in Fig. 2 zu erkennen ist. Durch entsprechendes Betätigen der Servoventile 42 und 45 setzt nun der Kolben 16 mit Stößel 17 seinen Weg etwas langsamer fort, bis zum Zeitpunkt t_2 der Arbeitshub beendet ist und sich der Bolzen 13 bereits nahezu in seiner Endposition befindet. Zum Zeitpunkt t_2 wird erkannt, daß der nächste vorgegebene Grenzwert s_2 erreicht wurde, und der Regler 37 wird nochmals in seinen Reglerparametern umgeschaltet, so daß nun in einem Positionierhub

die Endposition des Bolzens 13 relativ langsam angefahren werden kann, bis schließlich der Endwert s_3 zum Zeitpunkt t_3 erreicht wurde.

Es schließt sich nun bevorzugt eine kurze Haltephase an, bis der Kolben 16 durch entsprechendes Betätigen der Servoventile 42, 45 wieder in seine obere Ausgangslage zurückfährt.

Während des Arbeitshubs und des Positionierhubs, d.h. zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_3 , hat das Steuergerät 34 mittels des Komparators 38 den jeweils aufgewendeten Druck mit dem Druckintervall $p_o - p_u$ verglichen. Die entsprechende Kennlinie des Komparators 38 ist in Fig. 3 dargestellt. Man erkennt, daß ein Qualitätssignal Q abgeleitet wird, das im Intervall $p_o - p_u$ den Wert 1 und außerhalb dieses Intervalls den Wert 0 annimmt. Ein Anzeigeelement 51 wird deswegen nur dann (oder bei entsprechender Logik nur dann nicht) angesteuert, wenn zum Durchmessen des Weges bis zum Wert s_3 ein Druck aufgewendet werden mußte, der im Intervall $p_o - p_u$ lag. Entsprechendes gilt im Falle der Preßkraftüberwachung, wenn festgestellt wird, ob die ausgeübte Preßkraft F im Intervall $F_u - F_o$ liegt.

Bei einem praktischen Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Kolbenpresse 10 wurden im Regler 37 Verstärkungsfaktoren zwischen 100 und 1000 eingestellt. Hierdurch ergab sich eine Einpreßgenauigkeit des Weges s von $\pm 0,01$ mm. Bei einer Zeitkonstante des Antriebssystems zwischen 10 und 50 ms war zum Erreichen dieser Einpreßgenauigkeit eine Bewegungsgeschwindigkeit in der Positionierphase, d.h. zwischen t_2 und t_3 etwa 1 mm/s erforderlich.

Ansprüche

1. Kolbenpresse (10) mit einem Stößel (17), der mit einem in einem Zylinder (15) laufenden Kolben (16) verbunden ist, wobei der Zylinder (15) über Ventile (42, 45) mit Druckluft beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Stößel (17) mit einem Wegmeßsystem (18) zusammenwirkt, daß ein Ausgangssignal (s) des Wegmeßsystems (18) in einem Regler (37) mit vorgegebenen Sollwerten (s_o , s_1 , s_2 , s_3) verglichen wird und daß der Regler (37) elektropneumatische Servoventile (42, 45) zur Durchbeaufschlagung des Zylinders (15) nach einem vorgegebenen Weg/Zeit-Verlauf ($s_{(t)}$) ansteuert.

2. Kolbenpresse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Weg/Zeit-Verlauf ($s_{(t)}$) in diskrete Bereiche unterschiedlicher Steigung aufgeteilt ist, wobei der Stößel (17) aus einer Ruhestellung (s_o) mit stufenweise abnehmender Geschwindigkeit in eine Endstellung (s_3) verfahren wird.

3. Kolbenpresse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (37) ein Zustandsregler mit einstellbaren Reglerparametern ist, der Stellsignale in Abhängigkeit vom Wegsignal (s) eines Geschwindigkeitssignals ($\dot{s}$) sowie eines Beschleunigungssignals ($\ddot{s}$) bildet und daß die Reglerparameter beim Übergang von einem ersten Bereich zu einem zweiten Bereich selbsttätig umschaltbar sind. 5

4. Kolbenpresse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Drucksensor (50) den auf den Zylinder (15) wirkenden Druck (p) erfaßt, mit einem vorgegebenen Soll-Wertebereich (p_o - p_u) vergleicht und bei Nichteinhaltung des Bereichs (p_o - p_u) ein Anzeigeelement (51) betätigt. 10 15

5. Kolbenpresse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kraftsensor (70) die vom Stößel (17) ausgeübte Preßkraft (F) erfaßt, mit einem vorgegebenen Sollwertbereich (F_o - F_u) vergleicht und bei Nichteinhaltung des Bereichs (F_o - F_u) ein Anzeigeelement (51) betätigt. 20

6. Kolbenpresse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Servoventile 3/2-Servoventile (42, 45) mit Vorsteuerventil sind. 25

30

35

40

45

50

55

5

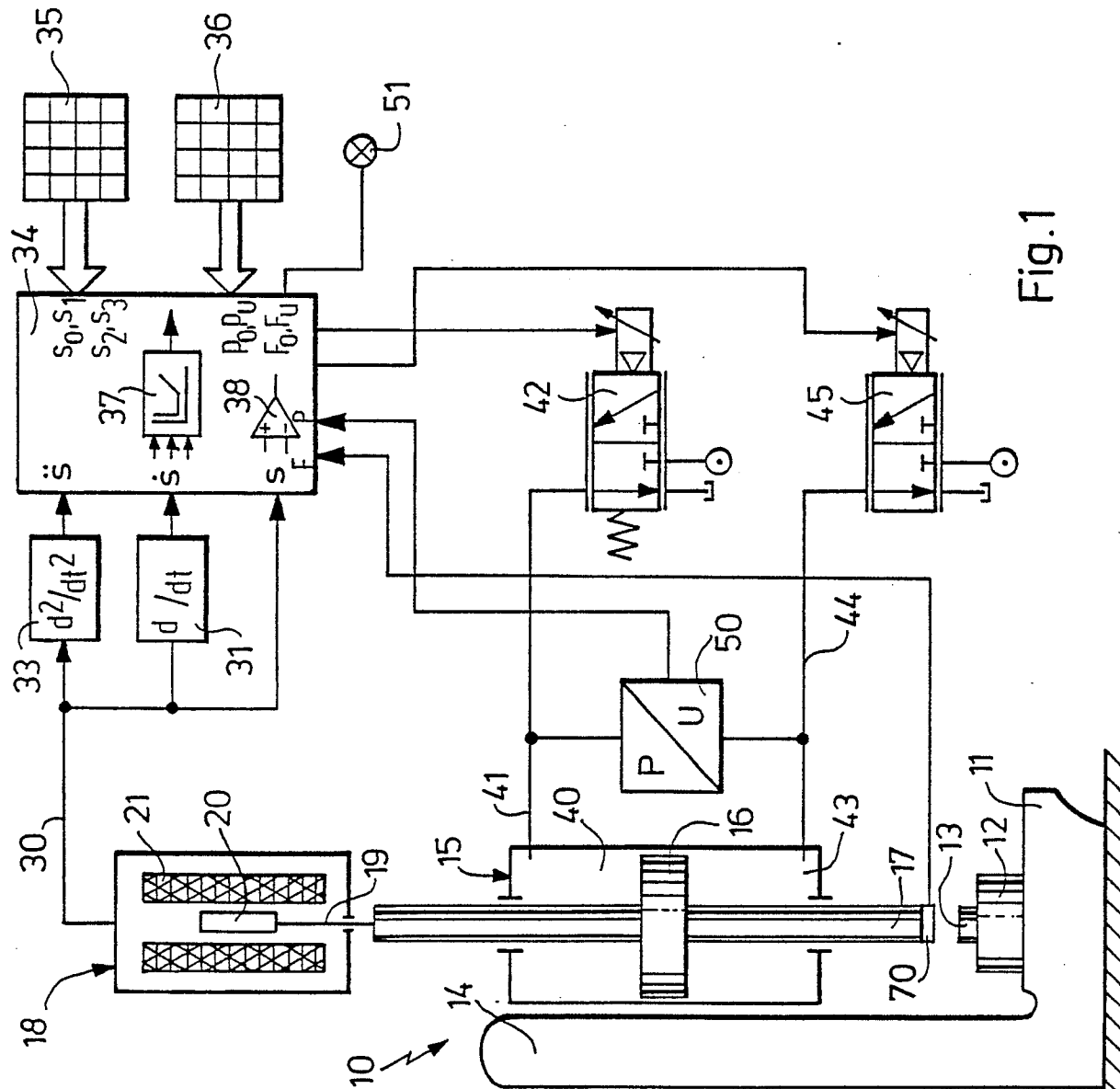


Fig. 1

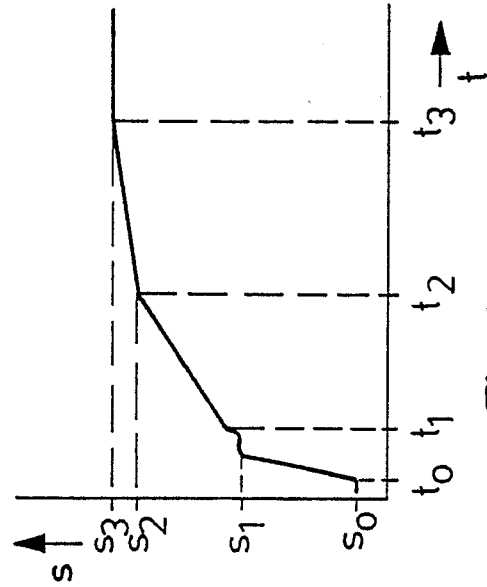


Fig. 2

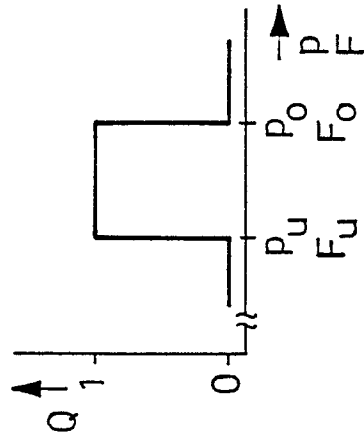


Fig. 3