



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 999 020 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.05.2000 Patentblatt 2000/19

(51) Int. Cl.⁷: **B28B 1/087, B06B 1/16**

(21) Anmeldenummer: **99121397.6**

(22) Anmeldetag: **27.10.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **02.11.1998 DE 19850351**

(71) Anmelder: **Masa AG**
56626 Andernach (DE)

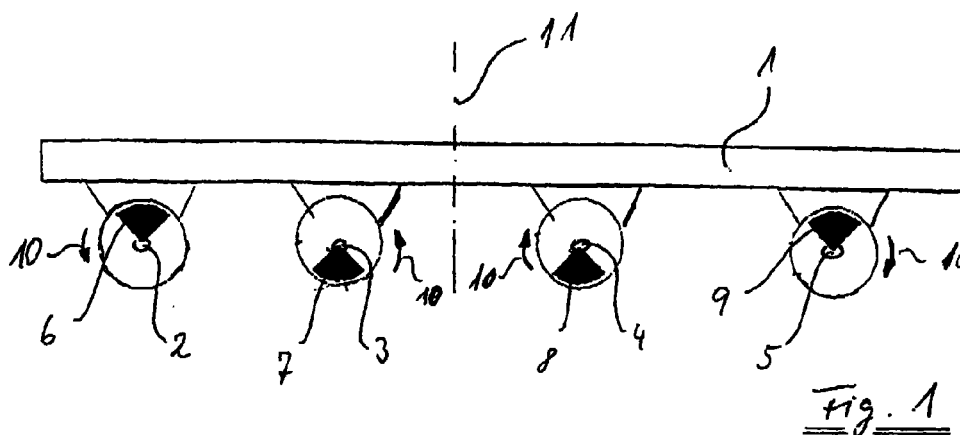
(72) Erfinder: **Der Erfinder hat auf seine Nennung verzichtet.**

(74) Vertreter:
Petersen, Frank, Dipl.-Ing.
Lemcke, Brommer & Partner
Patentanwälte
Postfach 11 08 47
76058 Karlsruhe (DE)

(54) **Umwuchtrüttler für Steinformmaschinen**

(57) Die Erfindung betrifft einen Umwuchtrüttler zur Verdichtung von Betonelementen insbesondere von Pflastersteinen während ihrer Fertigung, mit einem Rütteltisch (1), mit an dem Rütteltisch (1) angeordneten Unwuchtwellen (2-5), mit den Unwuchtwellen (2-5) zugeordneten Motoren (12-15) zum Antrieb der Unwuchtwellen (2-5) und mit einer Vorrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der Drehzahl oder der

relativen Phasenlage der Unwuchtwellen (2-5). Um einen solchen Umwuchtrüttler sehr kompakt, schnell regelbar und mit gleichmäßig umlaufenden Unwuchtwellen (2-5) zu versehen wird vorgeschlagen, die Unwuchtwellen (2-5) als Rotorwellen (12-15) der Motoren auszuführen und die Motoren (12-15) an dem Rütteltisch (1) zu montieren.



EP 0 999 020 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Unwuchtrüttler zur Verdichtung von Betonelementen, insbesondere von Pflastersteinen während ihrer Fertigung zum Einbau in eine Steinformmaschine. Ein solcher Unwuchtrüttler weist üblicherweise einen Rütteltisch auf, an dem Unwuchtwellen angeordnet sind die über wenigstens einen Motor angetrieben werden, wobei eine Vorrichtung vorgesehen ist zur Steuerung und/oder Regelung der Drehzahl oder relativen Phasenlage der Unwuchtwellen.

[0002] Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise bekannt aus der DE-U-297 12 242.

[0003] Bei derartigen Unwuchtrüttlern wird über die Phasenlage von mehreren Unwuchten zueinander die Rüttelrichtung und -amplitude eingestellt, wobei eine entsprechende Regelung dazu führen kann, daß die durch die Unwuchten am Rütteltisch erzeugten Kräfte sich aufheben und somit der Rütteltisch in Ruhe bleibt.

[0004] Bereits ein leichter Winkelversatz bei den Unwuchtwellen in deren „Neutralstellung“ führt aber bereits zu einem relativ starken unerwünschten Restvibrieren bzw. -schwingen des Rütteltisches, worin ein deutlicher Nachteil gesehen wird.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es demgemäß, einen entsprechenden Unwuchtrüttler derart weiterzubilden, daß möglichst keine derartigen Restschwingungen mehr auftreten.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Unwuchtwellen die Rotorwellen der Motoren sind und daß die Motoren an dem Rütteltisch montiert sind.

[0007] Die Erfindung hat den Vorteil, daß bei ihr die bisher üblichen Kardanwellen entfallen, mit denen die Unwuchtwellen bisher von Motoren angetrieben wurden, die vom Rütteltisch abgekoppelt fest am Bett einer Steinformmaschine angebracht waren. Auch entfallen deren Lagerungen. Durch den Wegfall dieser mechanischen Komponenten wird die Rüttleinrichtung preiswerter und wartungsärmer. Auch benötigten die Kardanwellen sowie die Lagerungen selbst einen Teil der Antriebsleistung, so daß durch deren Wegfall die Leistungsaufnahme der Motoren sich reduziert, weil keine unnötige Mechanik mitbewegt werden muß. Bei den erwähnten Kardanwellen tritt aufgrund des Kardanfehlers ständig eine geringe Ungleichförmigkeit zwischen An- und Abtrieb einer derartigen Welle auf, die jetzt umgangen wird. Damit entfällt ein bisher ständig auftretendes aus dieser Ungleichförmigkeit resultierendes Beschleunigen und Verzögern der Unwuchtwelle, was eine Belastung der Motoren verursachte, so daß die Motoren nur noch bei einer vorzunehmenden Winkelverstellung beschleunigt oder verzögert werden.

[0008] Durch den Fortfall der mitdrehenden Verbindungsteile kann die Regelung der Drehzahl der Unwuchtwellen auch schneller erfolgen, da sich bei dieser Regelung eine geringere Trägheit der insgesamt

rotierenden Massen positiv auswirkt.

[0009] Grundsätzlich ist es vorteilhaft, wenn die Motoren mit den Unwuchtwellen jeweils paarig an dem Rütteltisch vorgesehen sind. Dabei kann jedes Paar im wesentlichen symmetrisch zur Mitte des Rütteltisches angeordnet sein, wobei es dann im wesentlichen in einer Horizontalebene liegt.

[0010] Es ist aber auch möglich, daß jedes Motorenpaar im wesentlichen in einer Vertikalebene angeordnet ist.

[0011] Aufgrund der paarigen Anordnung können jeweils zwei Motoren mit entgegengesetzter Rotation vorgesehen werden, so daß von diesen jeweils nur eine resultierende Unwuchtkraft in der im wesentlichen erwünschten Vertikalrichtung erzeugt wird. Dabei wird durch die symmetrische Anordnung dieses Paares ein möglichst zentrischer Angriff dieser resultierenden Vibrationskraft gewährleistet.

[0012] Es sei noch erwähnt, daß die symmetrisch angeordneten Paare sowohl alle in einer Ebene liegen können, als auch unabhängig von den anderen Paaren in einer eigenen Horizontal- oder Vertikalebene angeordnet sein können.

[0013] Um den Gesamtschwerpunkt des Rütteltisches aufgrund der an ihm montierten Motoren mit Unwuchtgewichten nicht zu sehr von der Ebene zu entfernen, in der die resultierende Vibrationskraft angreift, wird vorgeschlagen, daß die Unwuchtwellen die Rotorwellen des Motors sind, und an ihren beiden Enden aus den Motoren herausragen, wobei sie dort jeweils mit einem gleichgerichteten Unwuchtgewicht versehen sind. Hierdurch sind auch keine externen Unwuchtwellen mehr nötig, wobei durch deren Wegfall und den Wegfall von deren Lagerungen wiederum die Leistungsaufnahme der Motoren sich reduziert und die Regelung schneller erfolgen kann.

[0014] Für die schnelle Regelung der Unwuchten sind die Motoren mit einer Rotorlageerfassung versehen, die ihre Ergebnisse umgehend an die Steuerung liefern. Bei dieser Rotorlageerfassung kann es sich beispielsweise um Sinus-Cosinus-Geber handeln, die eine erheblich höhere Auflösung haben als übliche Inkrementalgeber. Für entsprechend anspruchsvolle Regelaufgaben erhält man derartige Sinus-Cosinus-Geber mit Auflösungen von über 65.000 Inkrementen je Umdrehung. Damit sind bereits geringste Regelabweichungen erfaßbar und aufgrund der guten Dynamik des vorgeschlagenen Unwuchtrüttlers umgehend ausgleichbar.

[0015] Auch ein sogenannter Resolver, der an einem Wellenende montiert ist und eine von der Rotationsstellung abhängige Spannung mit bei Umlauf der Welle sinusförmigen Verlauf erzeugt, kann eingesetzt werden, wobei es hier auch wesentlich ist, daß die Elektronik der Regler in der Lage ist, eine Auflösung von 65.000 Inkrementen je Umdrehung und mehr auszuwerten.

[0016] Wesentlich ist noch, daß von der Steuerung

her ein Motor den Leitantrieb darstellt, während die übrigen Motoren als Folgeantriebe ausgelegt sind.

[0017] Die Motoren sind dabei über Frequenzumformer drehzahl- und leistungsgesteuert, die gleichzeitig als Lageregler ausgebildet sind. Ein Phasenwinkel von 180° zwischen den Unwuchten kann dabei durch eine Verstellung beider Motorenpaare um $+ 90^\circ$ bzw. $- 90^\circ$ erreicht werden.

[0018] Es sei dabei erwähnt, daß die Motoren lediglich über elektronische Komponenten, Frequenzumformer mit Gleichlaufregelung miteinander gekoppelt sind, so daß keinerlei zusätzliche Mechanik, wie Zahnriemen, Zahnräder etc. nötig sind.

[0019] Die Frequenzumformer sind dabei im übrigen so miteinander gekoppelt, daß Winkelabweichungen zwischen den Motoren durch Signallaufzeiten vermieden werden. Insbesondere gibt die Leitachse ihre Lageinformation direkt an den dem Leitantrieb zugeordneten synchron in einem ersten Paar mitlaufenden Motor weiter. Außerdem gibt der Leitantrieb seine Position an einen der anderen Motoren weiter, der in Zusammenhang mit der ihm von der Steuerung zusätzlich übermittelten Winkelinformation synchron nachgeführt wird. Dabei gibt dieser nachgeführte Motor seine Lageinformation wiederum an den ihm zugeordneten synchron mitlaufenden Motor in diesem zweiten Paar weiter.

[0020] Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird jeder Motor als Folgeantrieb ausgelegt und es wird ein virtueller Leitantrieb eingesetzt, der den Drehzahlswert von der übergeordneten Steuerung enthält. Der virtuelle Leitantrieb gibt die Rotationsgeschwindigkeit und Rotorposition an alle Folgeantriebe weiter. Dies verbessert noch einmal die Regeleigenschaften und auch die Austauschbarkeit der elektronischen Regler.

[0021] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Dabei zeigt

- Figur 1 die schematische Seitenansicht eines Unwuchtrüttlers;
 Figur 2 die schematische Unteransicht eines Unwuchtrüttlers.
 Figur 3 die schematische Verschaltung der Motoren eines Unwuchtrüttlers.
 Figur 4 die schematische Verschaltung der Motoren eines Unwuchtrüttlers gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0022] In der Figur 1 erkennt man den Rütteltisch 1 eines Unwuchtrüttlers, der zur Verdichtung von Beton-elementen insbesondere von Pflastersteinen in einer Steinformmaschine eingesetzt wird. Mit diesem Rütteltisch werden dabei auf seiner Oberseite aufgesetzte Betonelemente gerüttelt und damit verdichtet.

[0023] Zum Rütteln bzw. zur Vibrationserzeugung sind auf der Unterseite des Rütteltisches 1 vier Unwuchtwellen 2 bis 5 vorgesehen, die an ihren äußeren

Enden Unwuchtgewichte 6 bis 9 tragen.

[0024] Wie in der Figur 1 zu erkennen ist, sind diese Unwuchtwellen mit Unwuchtgewichten jeweils in Paaren vorgesehen, nämlich in einem äußeren Paar, bestehend aus den Unwuchtwellen 2 und 5 bzw. einem inneren Paar, bestehend aus den Unwuchtwellen 3 und 4. Diese Unwuchtwellen laufen paarweise jeweils mit der gleichen Drehzahl um in entgegengesetzten Richtungen gemäß den Pfeilen 10. Dadurch erzeugt jedes einzelne Paar Unwuchtwellen 3, 4 und 2, 5 insgesamt nur eine Vibrationskomponente in Vertikalrichtung, da jedes Paar in sich phasensynchron umläuft.

[0025] Die resultierende Rüttelkraft, die sich aus der Überlagerung der Rüttelkräfte der einzelnen Unwuchtwellenpaare ergibt, kann so zwischen einem Maximalwert und einem Minimalwert variiert werden, indem die Rüttelkräfte der einzelnen Paare in Phase gebracht werden (maximale resultierende Rüttelkraft) bzw. in Gegenphase (minimale resultierende Rüttelkraft = 0).

[0026] Im in der Figur 1 dargestellten Beispiel herrscht - die gleiche Drehzahl für alle Unwuchtwellen vorausgesetzt - gerade die geringste resultierende Rüttelkraft, da sich die Einzelrüttelkräfte gerade aufheben.

[0027] Man erkennt im übrigen, daß die einzelnen Paare symmetrisch zur Mittelebene 11 des Rütteltisches angeordnet sind, so daß die von jedem Paar von Unwuchtwellen erzeugte Rüttelkraft aufgrund der Unwucht in dieser Ebene angreift.

[0028] In der Figur 2 ist die Unteransicht des Rütteltisches 1 dargestellt.

[0029] Man erkennt, daß die Unwuchtwellen 2 bis 5 die Rotorwellen von Motoren 12 bis 15 sind und daß die Unwuchtwellen 2 bis 5 an ihren beiden Enden aus diesen Motoren 12 bis 15 herausragen. Man erkennt weiter, daß an beiden Enden der Unwuchtwellen 2 bis 5 gleichgerichtete Unwuchtgewichte 6 bis 9 vorgesehen sind, so daß jeder einzelne Motor auch symmetrisch ist bezüglich der quer zur Mittelebene 11 laufenden zweiten Mittelebene 16 des Rütteltisches 1. Damit wird erreicht, daß auch bezüglich dieser Mittelebene ein symmetrischer Kraftangriff vorliegt und somit die resultierende Rüttelkraft als im Schnittpunkt 17 der zwei Mittelebenen 11 und 16 angreifend angenommen werden kann.

[0030] Die Motoren 12 bis 15 selbst weisen eine Rotorlageerfassung auf und sind insbesondere mit nicht dargestellten Resolvern versehen, über die diese Erfassung sehr präzise erfolgen kann. Dabei fungiert der Motor 12 als Leitantrieb, während die Motoren 13, 14 und 15 als Folgeantriebe ausgelegt sind.

[0031] So läuft der Motor 15 immer gegensinnig synchron mit dem Motor 12 um während die Motoren 13 und 14 je nach Bedarf geregelt werden, um die resultierende Rüttelkraft zu verstärken oder zu verringern. Die Motoren 13, 14 laufen wiederum jeweils gegensinnig synchron um.

[0032] Bei allen Motoren handelt es sich um elektri-

sche Asynchronmaschinen, die gegebenenfalls auch im Notbetrieb am normalen Stromnetz betrieben werden können. Wesentlich ist, daß die Motoren lediglich über elektronische Komponenten miteinander verbunden sind, während keinerlei mechanische, zusätzliches Gewicht verursachende Bauteile vorhanden sind.

[0033] Diese elektronische Verbindung ist in der Figur 3 dargestellt. Den Motoren 12, 13, 14, 15 sind zu ihrer Drehzahl- und Leistungssteuerung Frequenzumformer 18, 19, 20 und 21 vorgeschaltet, die die Energie aus dem normalen Stromnetz 22 entnehmen. Dabei wird dem Frequenzumformer 18 von einer übergeordneten Steuerung 23 ein Drehzahlsollwert 24 vorgegeben.

[0034] Die sich daraus ergebende Rotationsgeschwindigkeit und -position wird von dem den Leitantrieb 12 zuzuordnenden Frequenzumformer 18 an die Frequenzumformer 19 und 21 über Kommunikationsleitungen 25 weitergegeben. Der Frequenzumformer 21 stellt dabei sicher, daß der Motor 15 mit dergleichen Drehzahl aber entgegengesetzt synchron mit dem Leitmotor 12 umläuft.

[0035] Dem Frequenzumformer 19 wird dementsprechend noch ein Winkelsollwert 26 über die übergeordnete Steuerung 23 vorgegeben, aus dem sich für den Motor 13 eine Phasendifferenz zum Leitantrieb 12 ergibt. Der Frequenzumformer 19 gibt dabei seine Rotationsgeschwindigkeit und Rotationsposition über die Verbindungsleitung 27 an den Frequenzumformer 20 weiter, über den der Motor 14 gegengleich synchron mit dem Motor 13 betrieben wird.

[0036] Durch diese direkte Kopplung der Frequenzumformer 18, 19, 20 und 21 untereinander werden kurz Signallaufzeiten erreicht, so daß keine Winkelabweichungen zwischen den Motoren auftreten und die zusammenhängenden Motorenpaare 12 und 15 bzw. 13 und 14 jeweils synchron umlaufen. Dabei ist diese dezentrale Regelung in den Frequenzumformern schneller als sie es bei einer zentralen Auslegung in der übergeordneten Steuerung 23 sein könnte.

[0037] Eine alternative elektronische Verbindung ist in der Figur 4 dargestellt. Den Motoren 12, 13, 14, 15 sind wieder zu ihrer Drehzahl- und Leistungssteuerung Frequenzumformer 18, 19, 20 und 21 vorgeschaltet, die die Energie aus dem normalen Stromnetz 22 entnehmen. Dabei wird jetzt aber von der übergeordneten Steuerung 23 ein Drehzahlsollwert 24 einem virtuellen Leitantrieb 28 vorgegeben.

[0038] Die sich daraus ergebende Rotationsgeschwindigkeit und -position wird von diesem virtuellen Leitantrieb 28 den zugeordneten Frequenzumformern 18, 19, 20 und 21 über Kommunikationsleitungen 25 weitergegeben, die damit als Folgeantriebe zu dem virtuellen Leitantrieb 28 fungieren. Der virtuelle Leitantrieb 28, bei dem es sich um ein entsprechend programmiertes, einen Motor simulierendes Steuerelement handelt, gibt nun den Motoren 12, 13, 14 und 15 über die Frequenzumformer 18, 19, 20 und 21 Rotationsgeschwin-

digkeit und Rotorposition vor. Alternativ stellen die Frequenzumformer 20 und 21 sicher, daß die Motoren 14 und 15 mit der gleichen Drehzahl aber entgegengesetzt synchron mit den Motoren 12 und 13 umlaufen.

[0039] Bei dieser Schaltung wird eine nochmalige Verbesserung der Regeleigenschaften erreicht und auch die Austauschbarkeit der elektronischen Regler und Frequenzumformer 18, 19, 20 und 21 wird verbessert.

[0040] Bei dieser Schaltung wird den Frequenzumformern 19 und 20 noch ein Winkelsollwert 26 über die übergeordnete Steuerung 23 vorgegeben, aus dem sich für die Motoren 13 und 14 die Phasendifferenz zu den Motoren 12 bzw. 15 ergibt.

Patentansprüche

1. Unwuchtrüttler zur Verdichtung von Betonelementen, insbesondere von Pflastersteinen, während ihrer Fertigung, mit einem Rütteltisch (1), mit an dem Rütteltisch (1) angeordneten Unwuchtwellen (2, 3, 4, 5), mit den Unwuchtwellen (2, 3, 4, 5) zugeordneten Motoren (12, 13, 14, 15) zum Antrieb der Unwuchtwellen (2, 3, 4, 5) und mit einer Vorrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der Drehzahl oder der relativen Phasenlage der Unwuchtwellen (2, 3, 4, 5), dadurch gekennzeichnet, daß die Unwuchtwellen (2, 3, 4, 5) die Rotorwellen der Motoren (12, 13, 14, 15) sind und daß die Motoren (12, 13, 14, 15) an dem Rütteltisch (1) montiert sind.
2. Unwuchtrüttler gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Motoren (12, 15; 13, 14) mit den Unwuchtwellen (2, 5; 3, 4) jeweils paarig an dem Rütteltisch (1) vorgesehen sind und jedes Paar im wesentlichen symmetrisch zur Mitte (17) des Rütteltisches (1) angeordnet ist.
3. Unwuchtrüttler gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Unwuchtwellen (2, 3, 4, 5) an ihren beiden Enden aus den Motoren (12, 13, 14, 15) herausragen und dort jeweils ein gleichgerichtetes Unwuchtgewicht (6, 7, 8, 9) tragen.
4. Unwuchtrüttler gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Motoren (12, 13, 14, 15) eine Rotorlageerfassung aufweisen.
5. Unwuchtrüttler gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Motor (12) der Leitantrieb ist und die übrigen Motoren (13, 14, 15) als Folgeantriebe ausgelegt sind.

6. Unwuchtrüttler gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein virtueller Leitantrieb (28) vorgesehen ist
und die Motoren (12, 13, 14, 15) als Folgeantriebe
ausgelegt sind.

5

7. Unwuchtrüttler gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Motoren (12, 13, 14, 15) elektrische Asyn-
chronmaschinen sind.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

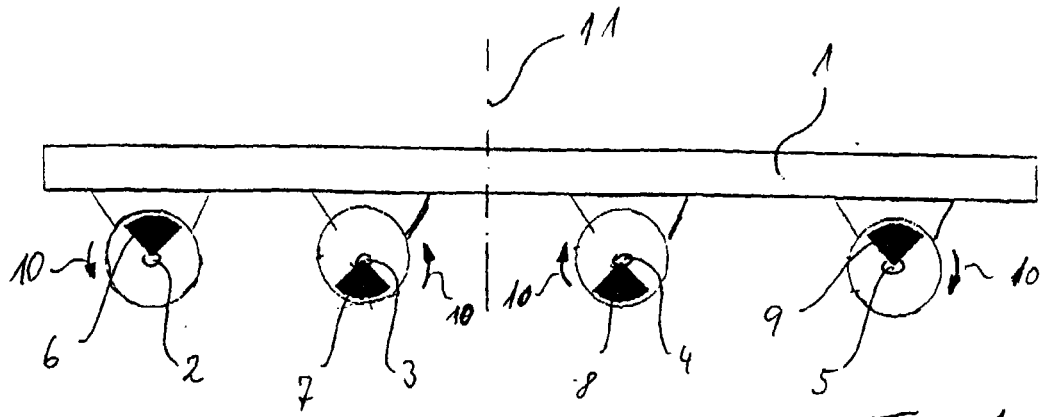


Fig. 1

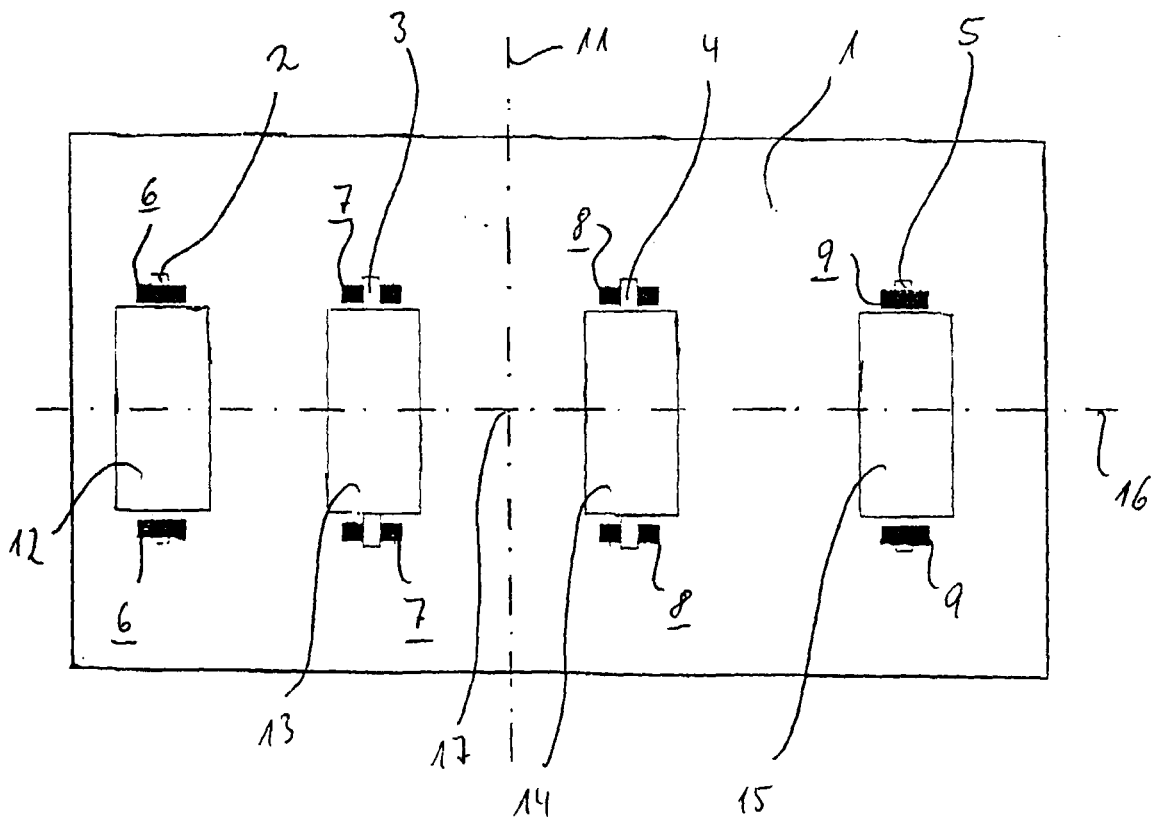
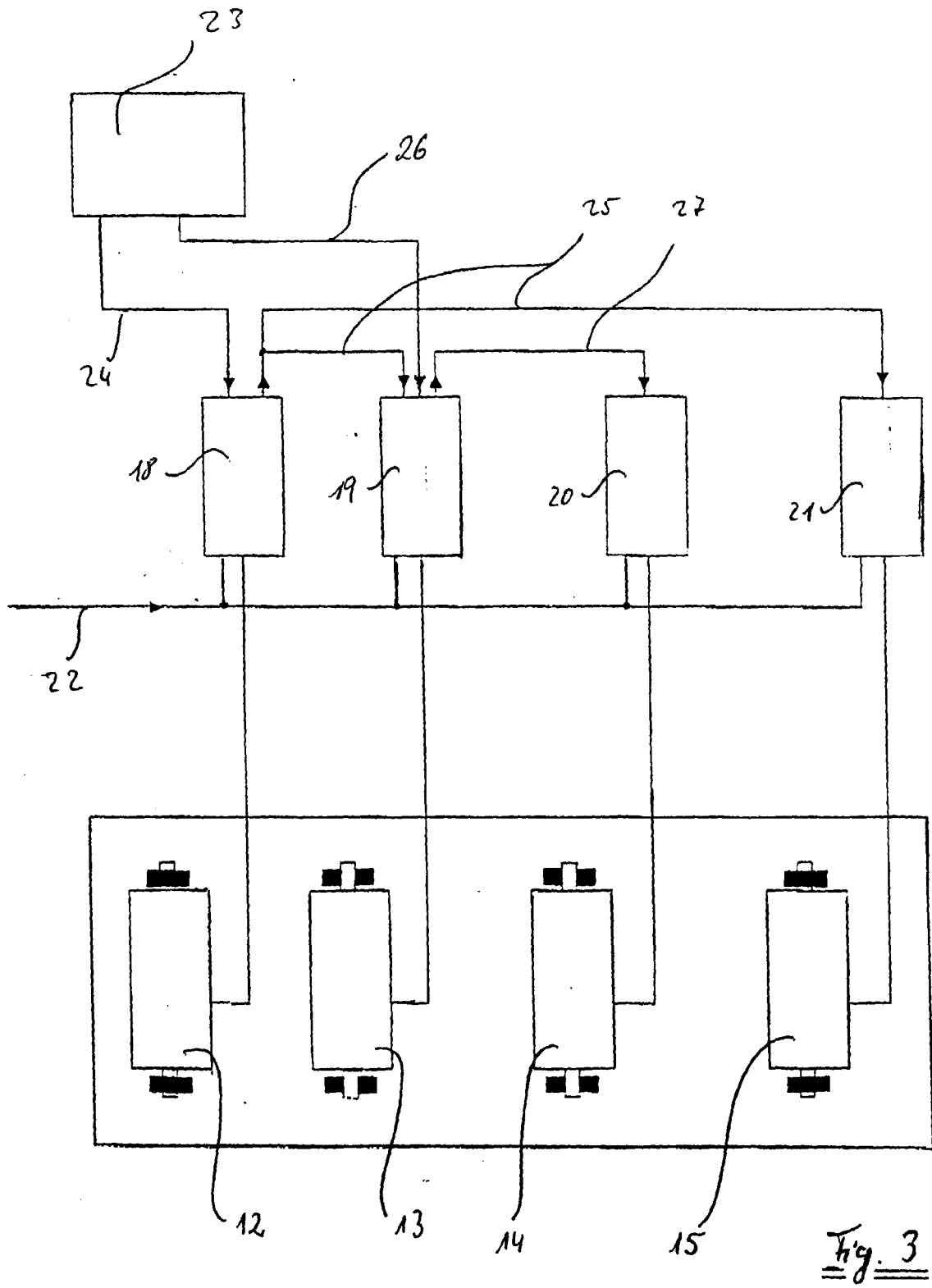


Fig. 2



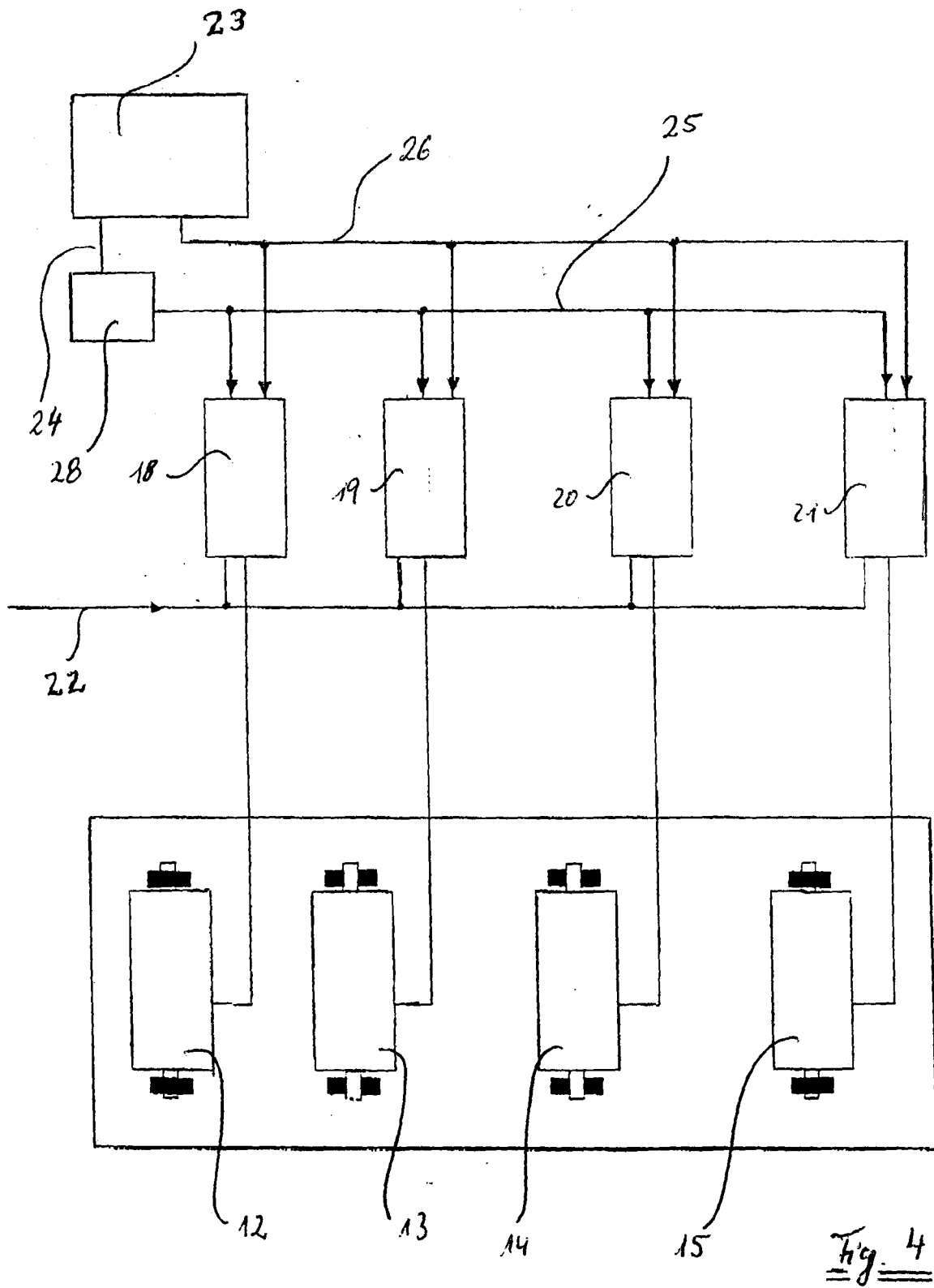


Fig. 4