



österreichisches
patentamt

(10) **AT 502 079 B1** 2007-05-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 935/2004

(51) Int. Cl.⁸: **B60T 1/10** (2006.01)
B65G 01/02 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 2004-05-28

(43) Veröffentlicht am: 2007-05-15

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0739831A2 US 6253901B1

(73) Patentanmelder:
KNAPP LOGISTIK AUTOMATION GMBH
A-8075 HART BEI GRAZ (AT)

(54) REGALLAGERSYSTEM MIT ENERGIERÜCKKOPPLUNG

(57) Bei einem Regallagersystem (1) mit zumindest zwei Regaleinheiten (1a - 1d), wobei jede Regaleinheit ein eigenes verfahrbares Regalbediengerät (5) mit elektrischen Antriebsmotoren (6, 7, 8) aufweist, und mit einem elektrischen Energieversorgungskreis (P, S1, S2, S3), der die Regaleinheiten (1a - 1d) mit elektrischer Energie versorgt, sind die Regalbediengeräte (5) dazu ausgebildet generatorisch in ihren Antriebsmotoren (6, 7, 8) erzeugte elektrische Energie in den elektrischen Energieversorgungskreis rückzuspeisen, wobei der elektrische Energieversorgungskreis von den Regalbediengeräten rückgespeiste elektrische Energie nach Bedarf zwischen den Regaleinheiten verteilt (Pfeil ES1, Pfeil EP).

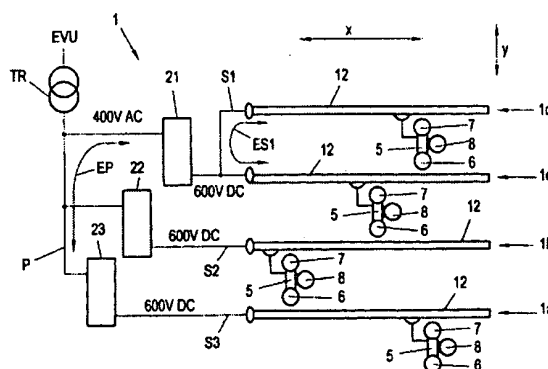


Fig. 4

AT 502 079 B1 2007-05-15

DVR 0078018

Die Erfindung betrifft ein Regallagersystem mit zumindest zwei Regaleinheiten, wobei jede Regaleinheit ein eigenes verfahrbares Regalbediengerät mit elektrischen Antriebsmotoren aufweist, und mit einem elektrischen Energieversorgungskreis, um die Regaleinheiten mit elektrischer Energie zu versorgen.

5

Ein solches Regallagersystem mit zumindest zwei Regaleinheiten ist beispielsweise aus der DE 102 34 150 A1 bekannt.

10

Weiterhin ist aus der EP 0 739 831 A2 ein Förderer bekannt, welcher eine Vielzahl fahrbarer Förderwagen aufweist, die miteinander verkoppelt sind. Die Förderwagen sind in geeigneter Art antreibbar, z.B. mittels Linearmotoren. In jedem Förderwagen ist ein Elektromotor zum Antrieb von Querförderbändern vorgesehen, welche auf den einzelnen Förderwagen angeordnet sind. Dieser Motor bzw. auch elektronische Schaltungen auf dem Förderwagen erhalten ihre elektrische Energie von einem elektrischen Generator, der als Nabengenerator in eine Laufrolle des Förderwagens eingebaut ist. Die vom Generator erzeugte elektrische Energie wird einer Batterie zugeführt und die von der Batterie gelieferte Gleichspannung durch einen DC/AC-Wandler in AC umgewandelt und über einen Frequenzumformer dem Antriebsmotor des Querförderbands zugeführt.

15

20

Nachteilig an diesem bekannten Stand der Technik ist dabei, dass der Generator seine erzeugte Energie nicht in den Energieversorgungskreis des Fördersystems zurückliefert, sondern nur die Batterie lädt, bis sie voll ist. Danach wird die überschüssige Energie in der Ladeschaltung zwangsläufig in Wärmeenergie umgewandelt, so dass ein hoher Energieverlust zu verzeichnen ist.

25

30

Aus der US 6,253,901 B1 geht ein Gliederförderer mit entlang von Schienen laufenden Förderwagen hervor, die mit Querförderbändern versehen sind, wobei das Querförderband an jedem Förderwagen von einem Elektromotor angetrieben wird. Die Querförderband-Antriebsmotoren erhalten ihre Energie induktiv und berührungslos über Fortsätze an den Schienen, in denen Primärwicklungen eingebaut sind, die zusammen mit Sekundärwicklungen an dem Förderwagen einen Übertrager bilden, wenn sich der Förderwagen in einer bestimmten Stellung befindet. Vorzugsweise ist jeder Förderwagen mit einer solchen induktiven Energieübertragungseinrichtung ausgestattet, es genügt aber auch, wenn nur jeder x-te Förderwagen damit ausgestattet ist und die empfangene Energie an andere Förderwagen über eine Verdrahtung weitergeleitet wird.

35

Aus diesem Dokument geht demnach kein elektrischer Antriebsmotor der Förderwagen hervor, der generatorisch betrieben werden kann und dabei seine erzeugte Energie in den Energieversorgungskreis des Fördersystems zurückliefert.

40

45

Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren zum energiesparenden Betreiben von Regalbediengeräten in einem Regallagersystem, das einen elektrischen Energieversorgungskreis zur Versorgung der Regalbediengeräte mit elektrischer Energie aufweist, wobei die Regalbediengeräte elektrische Antriebsmotoren zum Ausführen von Bewegungssequenzen, wie z.B. Fahr- und Hubbewegungen, aufweisen und die Antriebsmotoren dazu ausgebildet sind, generatorisch von ihnen erzeugte elektrische Energie in den elektrischen Energieversorgungskreis rückzuspeisen.

50

55

Regallagersysteme haben in den letzten Jahren eine solche Größe erreicht, dass mittlerweile oftmals das Problem besteht, die zum Betrieb der Regallagersysteme notwendige elektrische Energie bereitzustellen. Beispielsweise erfordern Regallagersysteme mit 25 Regalgassen oftmals die Bereitstellung einer elektrischen Leistung von 4 MVA und darüber. Da solch hohe elektrischen Leistungen an den Standorten der Regallagersysteme oftmals nicht verfügbar sind, müssen in solchen Fällen die Regallagersysteme unterhalb ihrer theoretisch möglichen Durchsatzleistung betrieben werden, indem beispielsweise nur eine bestimmte Anzahl von Regalbediengeräten zur gleichen Zeit bewegt wird, oder indem die Beschleunigungen der Regalbedien-

geräte drastisch reduziert werden, um somit eine geringere Stromaufnahme der elektrischen Antriebsmotoren der Regalbediengeräte zu bewirken, wodurch elektrische Lastspitzen vermieden werden. Es ist jedoch sowohl für die Erzeuger von Regallagersystemen als auch für deren Betreiber äußerst unbefriedigend, wenn aufgrund äußerer Umstände die theoretisch mögliche Leistungsfähigkeit der Regallagersysteme nicht ausgeschöpft werden kann. Dies umso mehr, als der Zeitdruck auf die Betreiber der Regallagersysteme aufgrund der mittlerweile allgemein verlangten „Just-in-time“-Lieferungen ständig steigt.

Es besteht daher ein starkes Bedürfnis nach Regallagersystemen sowie Verfahren zum energiesparenden Betreiben von Regalbediengeräten in einem Regallagersystem, bei denen der elektrische Energiebedarf im Vergleich zu bekannten Regallagersystemen und Betriebsverfahren wesentlich reduziert ist.

Die vorliegende Erfindung löst dieses Problem durch Fortbilden des eingangs genannten Regallagersystems gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch Bereitstellen eines Verfahrens zum energiesparenden Betreiben von Regalbediengeräten in einem Regallagersystem mit den Merkmalen des Anspruchs 11. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen dargelegt.

Das erfindungsgemäße Regallagersystem umfasst zumindest zwei Regaleinheiten, wobei jede Regaleinheit ein eigenes verfahrbares Regalbediengerät mit elektrischen Antriebsmotoren aufweist. Ein elektrischer Energieversorgungskreis versorgt die Regaleinheiten mit elektrischer Energie, wobei die Regalbediengeräte dazu ausgebildet sind generatorisch in ihren Antriebsmotoren erzeugte elektrische Energie in den elektrischen Energieversorgungskreis rückzuspeisen und der elektrische Energieversorgungskreis dazu ausgebildet ist von den Regalbediengeräten rückgespeiste elektrische Energie nach Bedarf zwischen den Regaleinheiten zu verteilen. Durch diese erfindungsgemäßen Maßnahmen ist es möglich, eine Energieersparnis von bis zu 20% gegenüber herkömmlichen Regallagersystemen zu erzielen.

Um Regallagergassen von 100 Meter Länge und mehr, in denen sich jeweils ein Regalbediengerät bewegt, realisieren zu können, ist in einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Regalbediengeräte über Stromabnehmer, wie z.B. Schleifschienen, an den elektrischen Energieversorgungskreis angeschlossen sind. Man vermeidet dadurch die mit herkömmlichen Spiralkabeln verbundenen Probleme von Verwicklung und Bruch.

Für größere erfindungsgemäße Regallagersysteme erweist es sich als günstig, wenn zur Erhöhung der Stabilität der elektrischen Energieversorgung der elektrische Energieversorgungskreis einen mit einem Energieversorgungsnetz verbundenen Primärkreis und den Regaleinheiten zugeordnete Zwischenkreise aufweist, wobei zwischen den Primärkreis und die Zwischenkreise elektrische Energiewandler geschaltet sind. Zur Erzielung bestmöglichen Energieausgleichs über das gesamte Regallagersystem können in einer Ausgestaltung der Erfindung elektrische Energiewandler eingesetzt werden, die dazu ausgebildet sind, von den Regalbediengeräten in die Zwischenkreise rückgespeiste elektrische Energie in den Primärkreis rückzukoppeln. Dadurch kann die rückgespeiste Energie unter den Zwischenkreisen verteilt werden. Ergänzend oder alternativ dazu kann ein Zwischenkreis mehrere Regaleinheiten mit elektrischer Energie versorgen und der dem Zwischenkreis zugeordnete elektrische Energiewandler dazu ausgebildet sein, die in den Zwischenkreis rückgespeiste elektrische Energie nach Bedarf unter den an ihn angeschlossenen Regaleinheiten zu verteilen.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Regallagersystems ist der Primärkreis ein Wechselstromkreis und sind die Zwischenkreise als Gleichstromkreise ausgebildet, wobei die Energiewandler zwischen Primärkreis und den Zwischenkreisen als AC/DC-Wandler ausgebildet sind. Vorteilhaft sind die Antriebsmotoren der Regalbediengeräte als Gleichstrommotoren mit angeschlossenem Motorregler ausgebildet. Durch diese erfindungsgemäßen Maßnahmen kann gegenüber herkömmlichen Regallagersystemen, die mit

Wechselstrom, insbesondere Drehstrom, betrieben werden, eine weitere Einsparung elektrischer Energie erzielt werden, die bis zu 50% betragen kann. Diese Einsparung ist darauf zurückzuführen, dass die Regalbediengeräte durch die Gleichstromtechnik und insbesondere das Zusammenspiel mit elektrischen Gleichstrommotoren mit integrierter Reglereinheit ohne Schaltschrank aufgebaut sein können, was eine Reduzierung der bewegten Masse um 150 bis 200 kg mit sich bringt.

Bei dem erfindungsgemäßen Regallagersystem sind die Regalbediengeräte mit solchen Antriebsmotoren versehen, die bei Bremsvorgängen generatorisch in ihnen erzeugte elektrische Energie in den elektrischen Energieversorgungskreis rückspeisen. Dadurch ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung möglich, bei den Regalbediengeräten auf elektrische Bremswiderstände zu verzichten, die bei herkömmlichen Regalbediengeräten dazu benutzt werden, die kinetische Bremsenergie als Wärmeenergie abzubauen. Durch die erfindungsgemäße Maßnahme wird eine weitere Verringerung der Masse der Regalbediengeräte erreicht und es bestehen keine Probleme mit der Wärmeabfuhr. Durch den Verzicht auf Bremswiderstände können die Regalbediengeräte auch billiger gebaut werden als herkömmlich.

Um am erfindungsgemäßen Regallagersystem ein elektrisches Lastmanagement betreiben zu können, sind in weiterer Ausgestaltung der Erfindung an den Regalbediengeräten Sensoren zur Ermittlung der elektrischen Strom- oder Leistungsaufnahme oder -abgabe der Antriebsmotoren vorgesehen. Für die Realisierung des Lastmanagement ist es vorteilhaft, wenn ein Steuerrechner vorgesehen ist, der Bewegungssequenzen der Regalbediengeräte so steuert, dass von Regalbediengeräten in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie zum Ingangsetzen oder Beschleunigen von Bewegungssequenzen anderer Regalbediengeräte verwendet wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum energiesparenden Betreiben von Regalbediengeräten in einem Regallagersystem, das einen elektrischen Energieversorgungskreis zur Versorgung der Regalbediengeräte mit elektrischer Energie aufweist, wobei die Regalbediengeräte elektrische Antriebsmotoren zum Ausführen von Bewegungssequenzen, wie z.B. Fahr- und Hubbewegungen, aufweisen und die Antriebsmotoren dazu ausgebildet sind, generatorisch von ihnen erzeugte elektrische Energie in den elektrischen Energieversorgungskreis rückzuspeisen, zeichnet sich dadurch aus, dass die Bewegungssequenzen so gesteuert werden, dass von zumindest einem Antriebsmotor in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie zum Ingangsetzen oder Beschleunigen von anderen Antriebsmotoren verwendet wird. Durch dieses Lastmanagementverfahren sind bis zu 20% des Verbrauchs elektrischer Energie im Vergleich zu herkömmlichen Lastmanagementverfahren einsparbar.

Gemäß einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die von dem zumindest einen Antriebsmotor in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie zum Ingangsetzen oder Beschleunigen von anderen Antriebsmotoren desselben Regalbediengerätes verwendet, wobei vorzugsweise die Steuerung der Bewegungssequenz direkt am Regalbediengerät erfolgt. Diese dezentrale Steuerung der Bewegungssequenz direkt am Regalbediengerät entlastet einen übergeordneten zentralen Steuerrechner erheblich. Alternativ dazu kann zugunsten einer möglichst gleichmäßigen Verteilung der rückgespeisten elektrischen Energie über das gesamte Regalsystem eine höhere Belastung eines zentralen Steuerrechners in Kauf genommen werden, indem die von dem zumindest einen Antriebsmotor in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie zum Ingangsetzen oder Beschleunigen von Antriebsmotoren anderer Regalbediengeräte unter Steuerung durch den zentralen Steuerrechner verwendet wird. Eine regeltechnisch günstige Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die von den Antriebsmotoren in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie durch Erfassung von Ist-Stromwerten an den Regalbediengeräten ermittelt wird.

Es erweist sich für eine einfache und stabile Regelung als vorteilhaft, wenn Bewegungsprofile

vordefiniert werden, aus denen sich die Bewegungssequenzen der Regalbediengeräte zusammensetzen lassen, wobei die Bewegungsprofile charakteristische Stromverbrauchswerte bzw. Stromabgabewerte der das Bewegungsprofil ausführenden Antriebsmotoren umfassen, und die von den Antriebsmotoren in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie aus den vordefinierten Bewegungsprofilen abgeschätzt wird, aus denen die jeweiligen auszuführenden Bewegungssequenzen der Regalbediengeräte zusammengesetzt sind.

Die Erfindung wird nun im Folgenden anhand eines nicht einschränkenden Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

In den Zeichnungen zeigen: Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Regallagersystems, Fig. 2 einen Aufriss eines erfindungsgemäßen Regalbediengeräts, Fig. 3 eine Vorderansicht von Regalbediengeräten, Fig. 4 ein Schema einer erfindungsgemäßen elektrischen Energieversorgung eines Regallagersystems und Fig. 5 ein Blockschaltbild von elektrischen und elektronischen Komponenten eines erfindungsgemäßen Regallagersystems.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Regallagersystem 1 in perspektivischer Ansicht. Das Regallagersystem 1 ist als Hochregallager mit vier übereinander angeordneten Regalgassen 1a, 1b, 1c, 1d ausgebildet. Eine Vorzone 1e weist ein Liftsystem 3 auf, wodurch für den Zu- und Abtransport von Behältern 4 zu und von den einzelnen Regalgassen 1a - 1d gesorgt wird. Die Vorzone 1e umfasst Puffermittel 1f zur Zwischenspeicherung von Behältern 4, bis sie an das Liftsystem 3 übergeben oder in über- und nebeneinander angeordnete Regale 2 eingelagert werden können, von denen jeder Regalgasse eine Vielzahl zugeordnet ist. Zur Ein- und Auslagerung der Behälter 4 in die Regale 2 ist in jeder Regalgasse 1a - 1d ein Regalbediengerät 5 vorgesehen, das mechanisch an die zugeordnete Regalgasse gekoppelt ist, so dass es in der Regalgasse verfahrbar ist. Die Regalgassen sind in ihrer Länge nicht speziell eingeschränkt, die jeweilige Auslegung erfolgt durch den Fachmann in Abwägung der vorhandenen Grundfläche und der mit zunehmender Länge anwachsender Fahrzeiten der Regalbediengeräte. Regalgassen von über 100 m (z.B. bis 200 m) können sich als zweckmäßig erweisen. Es sei erwähnt, dass im vorliegenden Ausführungsbeispiel das Regallagersystem 1 zwar als Hochlagersystem ausgeführt ist, dies für die Erfindung aber nicht wesentlich ist. Ebenso können bei dem Regallagersystem die Regalgassen nebeneinander oder sowohl nebeneinander als auch übereinander angeordnet sein. Es versteht sich auch, dass anstelle von Behältern zur Aufbewahrung von Produkten beim erfindungsgemäßen Regallagersystem die zu lagernden Produkte auch direkt in die Regale ein- und ausgelagert werden können.

Ein Ausführungsbeispiel eines in der Erfindung verwendeten Regalbediengerätes 5 ist in Fig. 2 in Seitenansicht dargestellt. Das Regalbediengerät 5 weist ein unteres Antriebsmodul 5a und ein oberes Antriebsmodul 5b auf, zwischen denen sich ein Fahrmast 5c erstreckt. Am unteren Antriebsmodul 5a ist ein elektrischer Antriebsmotor 6 befestigt, am oberen Antriebsmodul 5b ist ein weiterer elektrischer Antriebsmotor 7 befestigt. Die beiden Antriebsmotoren sind für das Verfahren des Regalbediengeräts 5 in Richtung des Doppelpfeils x zuständig. Am Fahrmast 5c ist ein weiterer Antriebsmotor 8 befestigt, der für das Heben und Senken (in Richtung des Doppelpfeils y) eines am Fahrmast 5c befestigten Lastaufnehmers 5d sorgt. Auf dem Lastaufnehmer 5d befindet sich ein Behälter 4. Der Lastaufnehmer 5d kann entweder als Greifer oder als Heber ausgebildet sein. Im ersten Fall ergreift und zieht er Behälter 4 aus den Regalen (in einer Richtung aus der Zeichnungsebene heraus) bzw. schiebt Behälter 4 in Regale, im zweiten Fall weist er einen nicht dargestellten Ausleger auf, der in Regalen abgestellte Behälter unterfährt, anhebt und durch Einfahren des Auslegers herauszieht bzw. durch den umgekehrten Bewegungsablauf in Regalen abstellt. Das Regalbediengerät 5 kann somit Behälter 4 bzw. zu lagernde Produkte in drei zueinander orthogonalen Richtungen bewegen. Die elektrischen Antriebsmotoren 6, 7, 8 sind als Gleichstrom-Positionsmotoren ausgebildet, die über integrierte Regelungseinheiten verfügen, so dass am Regalbediengerät 5 kein Schaltschrank vorgesehen werden muss, was für eine beträchtliche Gewichtsersparnis sorgt.

In Fig. 3 ist eine Vorderansicht eines Ausschnittes des erfindungsgemäßen Regallagersystems zu sehen, wobei ein oberer Abschnitt der Regalgasse 1a und ein unterer Abschnitt der Regalgasse 1b dargestellt sind. Man erkennt in Rahmenteilern 1g, 1h angeordnete Führungsschienen 19, 20, in denen die zwei Regalbediengeräte 5 der Regalgassen 1a, 1b verfahrbar sind. Von dem Regalbediengerät 5 der Regalgasse 1b sind das untere Antriebsmodul 5a und ein Abschnitt des Fahrmastes 5c zu sehen. Das untere Antriebsmodul 5a des Regalbediengeräts 5 der Regalgasse 1b weist an der linken Seite zwei Führungsräder 9 auf, die entlang der Führungsschiene 19 laufen; an der rechten Seite ist ebenfalls ein Führungsräderpaar 13 vorgesehen, das in der Führungsschiene 20 läuft. Weiters ist am Antriebsmodul 5a der untere Antriebsmotor 6 befestigt, der ein Reibrad 14 treibt, das zusammen mit einem Gegen-Reibrad 15 für eine schlupffreie Bewegung des Antriebsmoduls 5a entlang der Führungsschiene 20 sorgt. Von dem Regalbediengerät 5 der Regalgasse 1a sind das obere Antriebsmodul 5b und ein Ausschnitt des Fahrmastes 5c dargestellt. An der linken Seite des Antriebsmoduls 5b sind zwei Führungsräder 10 vorgesehen, die entlang der Führungsschiene 19 laufen; an der rechten Seite des Antriebsmoduls 5b ist ein Führungsräderpaar 17 vorgesehen, das in der Führungsschiene 20 läuft. Der am oberen Antriebsmodul 5b befestigte obere Antriebsmotor 7 treibt ein Reibrad 16, das zusammen mit einem Gegen-Reibrad 18 für eine schlupffreie Bewegung des Antriebsmoduls 5b entlang der Führungsschiene 20 sorgt. Weiters sind in Fig. 3 ein Wegmesser 11 und eine Stromschiene 12 der Regalgasse 1a dargestellt. Der Wegmesser gibt die aktuelle, absolute oder relative Position des Regalbediengeräts 5 in x-Richtung an. Die Stromschiene 12 versorgt das Regalbediengerät 5 mit elektrischer Energie und nimmt von dem Antriebsmotor 7 bzw. den nicht dargestellten anderen Antriebsmotoren des Regalbediengeräts generatorisch erzeugte elektrische Energie auf.

In Fig. 4 ist ein Schema der elektrischen Energieversorgung des erfindungsgemäßen Regallagersystems 1 dargestellt. Dem Regallagersystem 1 wird von einem Energieversorgungsunternehmen EVU bereitgestellte elektrische Wechselspannung der erforderlichen Leistung zugeführt, die in einem Transformator TR auf eine geeignete Spannung transformiert wird, z.B. 400 V AC. Die transformierte Wechselspannung wird in einen Primärkreis P des elektrischen Energieversorgungskreises des Regallagersystems eingespeist. Am Primärkreis P des elektrischen Energieversorgungskreises hängen Energiewandler 21, 22, 23, die als AC/DC-Wandler ausgebildet sind und die ihnen zugeführte Wechselspannung in eine Gleichspannung von 600 V DC umwandeln. Die Ausgangsanschlüsse der Energiewandler 21, 22, 23 sind jeweils mit einem elektrischen Zwischenkreis S1, S2, S3 verbunden, wobei die Zwischenkreise S2 und S3 jeweils eine Stromschiene 12 einer Regalgasse 1a bzw. 1b mit elektrischer Energie versorgen und der Zwischenkreis S1 zwei Stromschienen 12, d.h. die zwei Regalgassen 1c und 1d mit elektrischer Energie versorgt. Mit den Stromschienen 12 jeder Regalgasse ist über Schleifer jeweils ein verfahrbares Regalbediengerät 5 verbunden, das über Gleichstrom-Antriebsmotoren 6, 7 zur horizontalen Bewegung des Regalbediengerätes in x-Richtung verfahrbar ist. Ein weiterer Gleichstrommotor 8 ist zur Hubbewegung eines Lastaufnehmers in y-Richtung vorgesehen. Alle Gleichstrommotoren 6, 7, 8 sind solcherart ausgebildet, dass sie bei Brems- bzw. Verzögerungsbewegungen die im Motor generatorisch erzeugte elektrische Energie (= Bremsenergie) in den zugeordneten Zwischenkreis S1, S2, S3 rückspeisen. Der elektrische Zwischenkreis S1 ist dabei so ausgelegt, dass von einem Regalbediengerät einer Regalgasse 1c oder 1d über die Stromschiene 12 rückgespeiste Energie der anderen Regalgasse 1d oder 1c nach Bedarf zur Verfügung gestellt wird (Doppelpfeil ES1).

Weiters sind die Energiewandler 21, 22, 23 so ausgebildet, dass sie von den Antriebsmotoren 6, 7, 8 der Regalbediengeräte 5 in die Zwischenkreise S1, S2, S3 zurückgespeiste elektrische Energie, die aktuell in den jeweiligen Zwischenkreisen nicht benötigt wird, in den Primärkreis P zurückspeisen, wo sie nach Bedarf zwischen den Energiewandlern 21, 22, 23 verteilt wird (Doppelpfeil EP).

Für die folgende Beschreibung wird nun auch auf Fig. 5 Bezug genommen, die ein Blockschaltbild von elektrischen und elektronischen Komponenten des Regallagersystems 1 und insbe-

sondere eines Regalbediengeräts 5 darstellt. Die elektrischen Antriebsmotoren 6, 7, 8 sind als Positionsmotoren ausgebildet, das sind Gleichstrommotoren mit integrierten oder nahe den Motoren im Regalbediengerät 5 angeordneten Motorreglern 27, 28, 29. Durch das Vorsehen der Positionsmotoren kann an den Regalbediengeräten 5 auf Schaltschränke verzichtet werden, was eine beträchtliche Reduzierung der Masse von bis zu 200 kg und eine damit einhergehende entsprechende Reduzierung der erforderlichen Antriebsenergie mit sich bringt. Da die Antriebsmotoren 6, 7, 8 und die elektrische Energieversorgung des Regallagersystems erfindungsgemäß so ausgebildet sind, dass in den Motoren beim Bremsen generatorisch erzeugte elektrische Energie in den Energieversorgungskreis zurückgespeist wird, kann im Gegensatz zu herkömmlichen Regallagersystemen bei den erfindungsgemäßen Regalbediengeräten auf elektrische Bremswiderstände verzichtet werden, welche bei herkömmlichen Regalbediengeräten zur Umwandlung der elektrischen Bremsenergie in Wärme vorgesehen sind. Durch diese erfindungsgemäße Maßnahme wird einerseits die Masse der Regalbediengeräte weiter reduziert, und man vermeidet Probleme mit der nötigen Abfuhr der durch Bremswiderstände erzeugten Wärmeenergie. Die Motorregler 27, 28, 29 sind mit Sensoren 27a, 28a, 29a zur Ermittlung der elektrischen Strom- oder Leistungsaufnahme oder -abgabe der Antriebsmotoren vorgesehen sind.

Zweckmäßig erfolgt die Verteilung der von den Motoren 6, 7, 8 eines Regalbediengerätes generatorisch erzeugten elektrischen Energie zunächst unter den anderen Motoren 7, 8, 6 dieses einen Regalbediengerätes, z.B. indem die Bremsenergie der für die Bewegung des Regalbediengerätes 5 in x-Richtung zuständigen Motoren 6, 7 zum Ingangsetzen des Motors 8 genutzt wird, der für die Hubbewegung des Lastaufnehmers zuständig ist. In dem Regalbediengerät 5 nicht verbrauchte elektrische Energie wird weiter an den Zwischenkreis rückgespeist und - soweit mehrere Zwischenkreise miteinander verbunden sind - unter den Zwischenkreisen aufgeteilt. Soweit die elektrische Energie nicht in den Zwischenkreisen verteilt werden kann, wird sie von den Energiewandlern in den Primärkreis P rückgespeist und hier verteilt.

Die Motorregler 27, 28, 29, sind über einen industriellen Datenbus 35a, 35b, 35c, wie z.B. PROFIBUS®, miteinander und mit einer am Regalbediengerät 5 angeordneten speicherprogrammierbaren Steuerung 25 verbunden. Die Steuerung 25 sorgt dafür, die von zumindest einem Antriebsmotor des Regalbediengerätes 5 generatorisch erzeugte Energie den anderen Antriebsmotoren des Regalbediengerätes zur Verfügung zu stellen, indem entsprechende Bewegungssequenzen dieser Motoren initiiert werden.

Die Motorregler 27, 28, 29 und die speicherprogrammierbare Steuerung 25 werden über Kabel 36 mit 24 V DC versorgt, wobei diese Spannung von einem Spannungswandlermodul 24 geliefert wird, dessen Eingang mit der Stromschiene 12 des Zwischenkreises S3 verbunden ist. Die Motoren 6, 7, 8 wiederum werden über die Motorregler 27, 28, 29 von der Stromschiene 12 mit 600 V DC versorgt.

Die speicherprogrammierbare Steuerung 25 ist über drahtlose (z.B. optische oder Funk-) Datenkoppler 29, 31 mit einer übergeordneten speicherprogrammierbaren Steuerung 30 und mit einem zentralen Steuerrechner 32 verbunden, wobei der Datenkoppler 31, die Steuerung 30 und der zentrale Steuerrechner 32 ebenfalls über einen industriellen Datenbus 33, wie z.B. PROFIBUS®, miteinander verbunden sind. Durch die Vernetzung aller Steuergeräte des Regallagersystems können die Bewegungen aller Regalbediengeräte von der übergeordneten speicherprogrammierbaren Steuerung 30 zentral koordiniert und überwacht werden, wozu beispielsweise auch Aufgaben wie das Ermitteln der von den Antriebsmotoren der Regalbediengeräte in den Energieversorgungskreis rückgespeisten elektrischen Energie durch Erfassung von Ist-Stromwerten an den Regalbediengeräten zählen.

Die übergeordnete speicherprogrammierbare Steuerung 30 oder der zentrale Steuerrechner 32 sind auch dafür vorgesehen, ein Programm ablaufen zu lassen, das für einen energiesparenden Betrieb des erfindungsgemäßen Regallagersystems 1 sorgt. Solche Programme sind an sich

unter dem Begriff „elektrisches Lastmanagement“ bekannt und steuern den Betrieb der Regalbediengeräte so, dass die von ihnen aufgenommene elektrische Leistung unterhalb einer für das gesamte Regallagersystem zur Verfügung stehenden Nennleistung bleibt, beispielsweise indem die Anzahl der gleichzeitig bewegten Regalbediengeräte limitiert wird oder indem Beschleunigungen der Regalbediengeräte reduziert werden. Erfindungsgemäß wird ein elektrisches Lastmanagement jedoch dadurch realisiert, indem bei der Steuerung der Bewegungssequenzen der Regalbediengeräte die von Regalbediengeräten in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie berücksichtigt wird, wobei die rückgespeiste Energie dazu ausgenutzt wird, Regalbediengeräte in Gang zu setzen oder ihre Bewegung zu beschleunigen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen elektrischen Lastmanagement-Verfahrens werden Bewegungsprofile vordefiniert, aus denen die Bewegungssequenzen der Regalbediengeräte zusammengesetzt werden. Diese Bewegungsprofile umfassen charakteristische Stromverbrauchswerte bzw. Stromabgabewerte der das Bewegungsprofil ausführenden Antriebsmotoren. Die von den Antriebsmotoren in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie lässt sich daher aus den vordefinierten Bewegungsprofilen, aus denen die jeweiligen auszuführenden Bewegungssequenzen der Regalbediengeräte zusammengesetzt sind, abschätzen.

Die Vorteile und Vorzüge der vorliegenden Erfindung lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Geringerer Energieverbrauch durch regalgassenübergreifende Nutzung generatorisch erzeugter Energie.
- Durch das Zusammenspiel von Gleichstromversorgung der Zwischenkreise mit dem dezentralen Positionsmotor-Antriebssystem (Antriebe mit integrierter Reglereinheit) ist ein nahezu schaltschrankloser Aufbau der Regalbediengeräte möglich.
- Gewichtersparnis und dadurch Ersparnis der zu bewegenden Massen (Energieersparnis) durch den nahezu schaltschranklosen Aufbau.
- Durch Rückeinspeisung der generatorisch erzeugten Energie über die Stromabnehmer in den Zwischenkreis sind keine Bremswiderstände am Regalbediengerät nötig. Nachteil der Bremswiderstände sind Kosten, Platzbedarf und Probleme mit der Abfuhr der erzeugten Wärme.

Patentansprüche:

1. Regallagersystem (1) mit zumindest zwei Regaleinheiten (1a - 1d), wobei jede Regaleinheit ein eigenes verfahrbares Regalbediengerät (5) mit elektrischen Antriebsmotoren (6, 7, 8) aufweist, und mit einem elektrischen Energieversorgungskreis (P, S1, S2, S3), um die Regaleinheiten (1a - 1d) mit elektrischer Energie zu versorgen, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Regalbediengeräte (5) über elektrische Energieübertragungseinrichtungen, insbesondere Stromabnehmer, wie z.B. Stromschienen (12), an den elektrischen Energieversorgungskreis (S1, S2, S3) angeschlossen sind und über die elektrische Energieübertragungseinrichtungen generatorisch in ihren Antriebsmotoren (6, 7, 8) erzeugte elektrische Energie in den elektrischen Energieversorgungskreis rückspeisen, wobei der elektrische Energieversorgungskreis die von den Regalbediengeräten rückgespeiste elektrische Energie an andere Regalbediengeräte (5) in den Regaleinheiten verteilt (Pfeil ES1, Pfeil EP).
2. Regallagersystem nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der elektrische Energieversorgungskreis einen mit einem Energieversorgungsnetz (EVU) verbundenen Primärkreis (P), und den Regaleinheiten (1a, 1b, 1c, 1d) zugeordnete Zwischenkreise (S1, S2,

S3) aufweist, wobei zwischen den Primärkreis und die Zwischenkreise elektrische Energiewandler (21, 22, 23) geschaltet sind.

3. Regallagersystem nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die elektrischen Energiewandler (21, 22, 23) dazu ausgebildet sind, von den Regalbediengeräten (5) in die Zwischenkreise rückgespeiste elektrische Energie in den Primärkreis (P) rückzukoppeln.
4. Regallagersystem nach Anspruch 2 oder 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein Zwischenkreis (S1) mehrere Regaleinheiten (1c, 1d) mit elektrischer Energie versorgt und der dem Zwischenkreis (S1) zugeordnete elektrische Energiewandler (21) dazu ausgebildet ist, die in den Zwischenkreis (S1) rückgespeiste elektrische Energie nach Bedarf unter den an ihn angeschlossenen Regaleinheiten (1c, 1d) zu verteilen.
5. Regallagersystem nach einem der Ansprüche 2 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Primärkreis (P) ein Wechselstromkreis ist, die Zwischenkreise (S1, S2, S3) Gleichstromkreise sind und die Energiewandler (21, 22, 23) als AC/DC-Wandler ausgebildet sind.
6. Regallagersystem nach Anspruch 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Antriebsmotoren (6, 7, 8) der Regalbediengeräte (5) als Gleichstrommotoren mit angeschlossenem Motorregler (26, 27, 28) ausgebildet sind.
7. Regallagersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Regalbediengeräte (5) ohne elektrische Bremswiderstände ausgebildet sind.
8. Regallagersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass an den Regalbediengeräten (5) Sensoren (26a, 27a, 28a) zur Ermittlung der elektrischen Strom- oder Leistungsaufnahme oder -abgabe der Antriebsmotoren vorgesehen sind.
9. Regallagersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein Steuerrechner (30, 32) vorgesehen ist, der dazu ausgebildet ist, Bewegungssequenzen der Regalbediengeräte so zu steuern, dass von Regalbediengeräten in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie zum Ingangsetzen oder Beschleunigen von Bewegungssequenzen der Regalbediengeräte verwendet wird.
10. Verfahren zum energiesparenden Betreiben von Regalbediengeräten (5) in einem Regallagersystem (1), das einen elektrischen Energieversorgungskreis zur Versorgung der Regalbediengeräte mit elektrischer Energie aufweist, wobei die Regalbediengeräte elektrische Antriebsmotoren (6, 7, 8) zum Ausführen von Bewegungssequenzen, wie z.B. Fahr- und Hubbewegungen, aufweisen und die Antriebsmotoren dazu ausgebildet sind, generatorisch von ihnen erzeugte elektrische Energie in den elektrischen Energieversorgungskreis rückzuspeisen, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Bewegungssequenzen so gesteuert werden, dass von zumindest einem Antriebsmotor (6, 7, 8) in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie zum Ingangsetzen oder Beschleunigen von anderen Antriebsmotoren (7, 8, 6) verwendet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, *dadurch gekennzeichnet*, dass die von dem zumindest einen Antriebsmotor (6, 7, 8) in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie zum Ingangsetzen oder Beschleunigen von anderen Antriebsmotoren (7, 8, 6) desselben Regalbediengerätes (5) verwendet wird, wobei vorzugsweise die Steuerung der Bewegungssequenz direkt am Regalbediengerät erfolgt.
12. Verfahren nach Anspruch 10, *dadurch gekennzeichnet*, dass die von dem zumindest einen Antriebsmotor (7, 8, 6) in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie zum Ingangsetzen oder Beschleunigen von Antriebsmotoren anderer Regalbediengeräte

(5) unter Steuerung durch zentrale Steuerrechner (30, 32) verwendet wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, *dadurch gekennzeichnet*, dass die von den Antriebsmotoren (6, 7, 8) in den Energieversorgungskreis rückgespeiste elektrische Energie durch Erfassung von Ist-Stromwerten an den Regalbediengeräten ermittelt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, *gekennzeichnet durch* das Vordefinieren von Bewegungsprofilen, aus denen die Bewegungssequenzen der Regalbediengeräte (5) zusammengesetzt sein können, wobei die Bewegungsprofile charakteristische Stromverbrauchswerte bzw. Stromabgabewerte der das Bewegungsprofil ausführenden Antriebsmotoren (6, 7, 8) umfassen, und durch das Abschätzen der von den Antriebsmotoren in den Energieversorgungskreis rückgespeisten elektrischen Energie aus den vordefinierten Bewegungsprofilen, aus denen die jeweiligen auszuführenden Bewegungssequenzen der Regalbediengeräte zusammengesetzt sind.

Hiezu 5 Blatt Zeichnungen

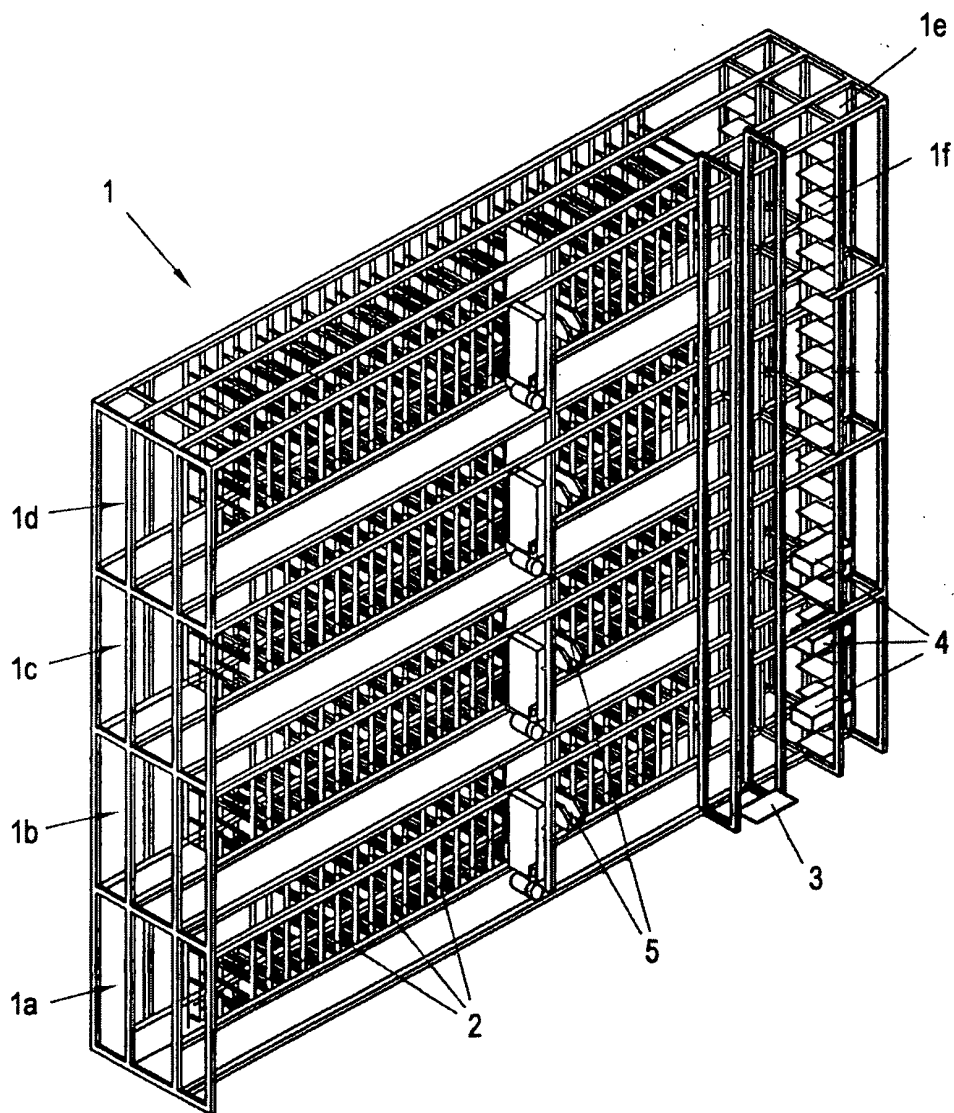


Fig. 1

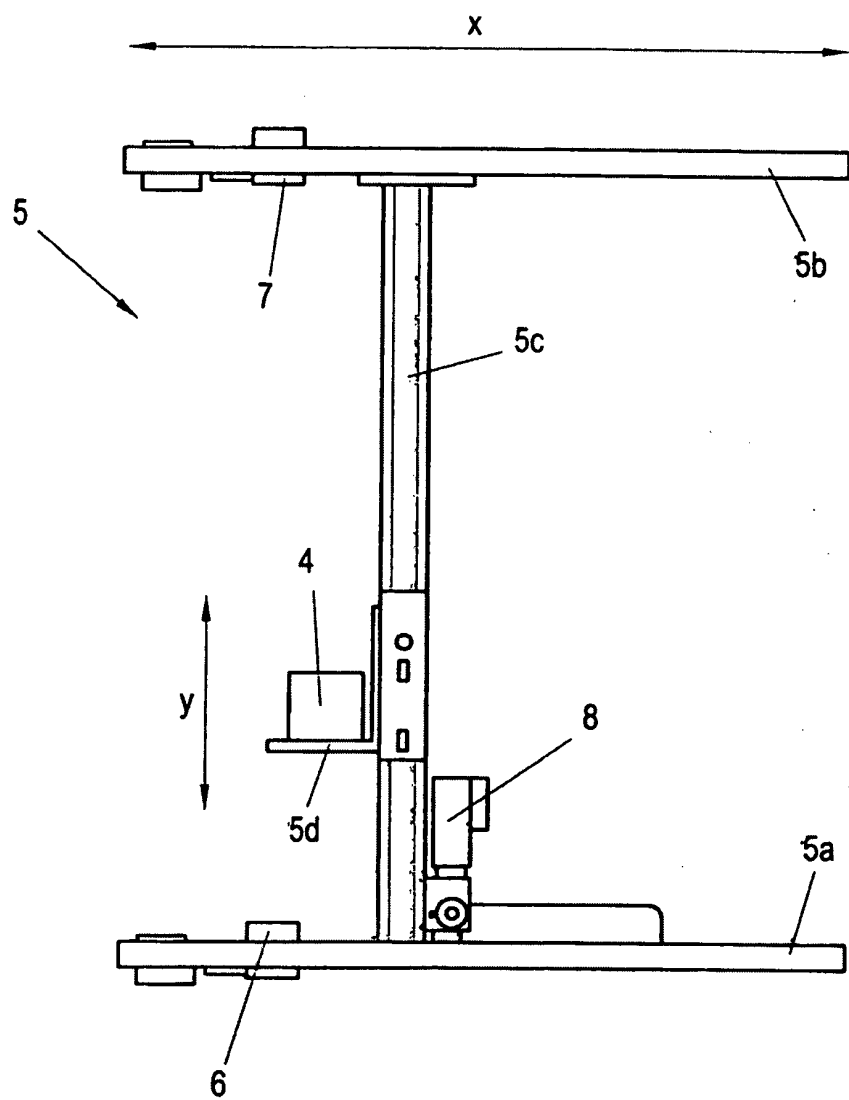


Fig. 2

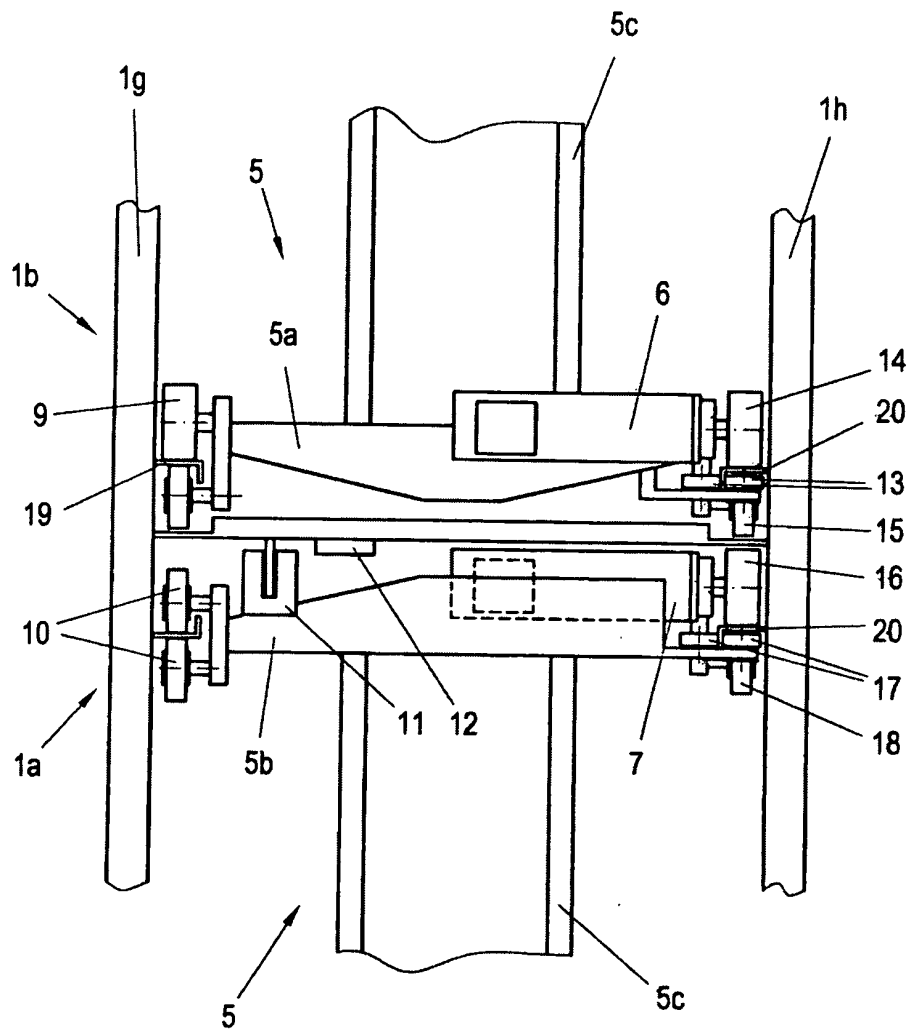


Fig. 3

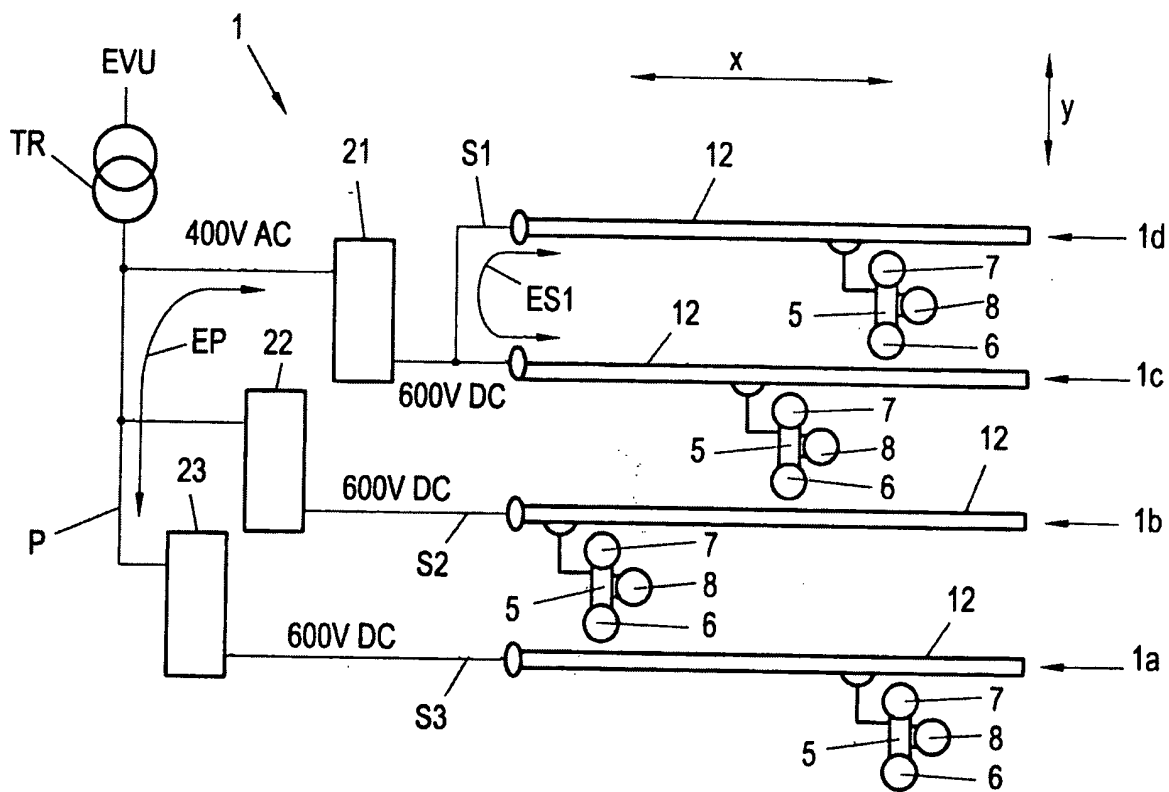


Fig. 4

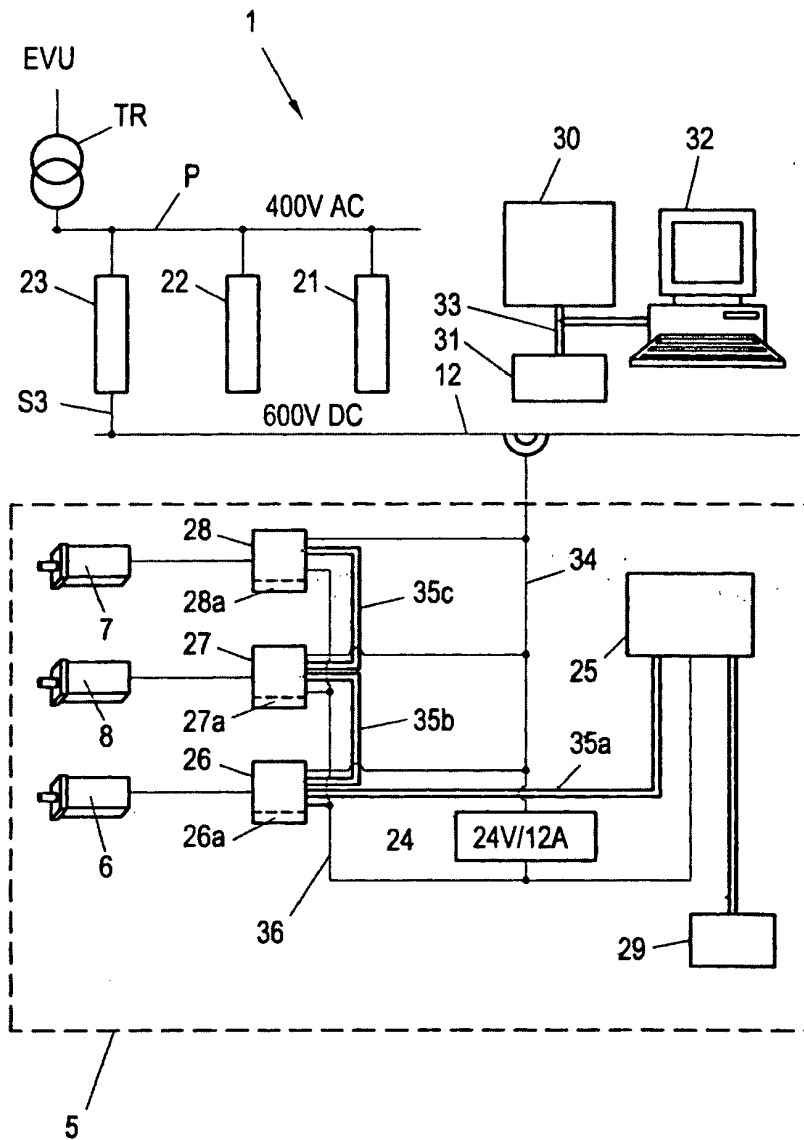


Fig. 5