



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 656 265 A5

⑤① Int. Cl. 4: H 02 M 1/00
H 02 J 3/36

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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑫① Gesuchsnummer: 2362/80

⑫② Anmeldungsdatum: 26.03.1980

⑫③ Priorität(en): 27.03.1979 SE 7902706

⑫④ Patent erteilt: 13.06.1986

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 13.06.1986

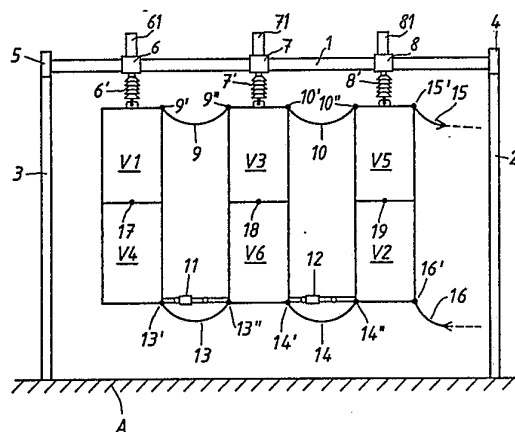
⑫⑦ Inhaber:
ASEA Aktiebolag, Västerås (SE)

⑫⑦② Erfinder:
Olsson, Karl Erik, Ludvika (SE)

⑫⑦④ Vertreter:
Patentanwälte W.F. Schaad, V. Balass, E.E.
Sandmeier, Zürich

⑫④ Stromrichteranordnung zur Leistungsübertragung mittels hochgespanntem Gleichstrom.

⑫⑦ Zu Ventilanordnungen zusammengestellte Ventilketten (V1, V4; V3, V6; V5, V2) sind mittels Aufhängevorrichtungen (6, 7, 8) an einer tragenden Konstruktion (1, 2, 3) aufgehängt. Zur Ermöglichung von Relativbewegungen in vertikaler Richtung zwischen der tragenden Konstruktion (1, 2, 3) und der Ventilanordnung weist die Aufhängevorrichtung (6, 7, 8) federnde Glieder (61, 71, 81) auf. Eine solche Anordnung hält Bewegungen des Fundamentes (A) stand, beispielsweise bei Erdbeben oder auf maritimen Einrichtungen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Stromrichteranordnung zur Leistungsübertragung mittels hochgespannten Gleichstroms, mit mindestens einer Ventilanordnung, von denen jede ein Ventil oder eine aus einer Reihenschaltung von mehreren Ventilen bestehende Ventilkette aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung (V1, V4; V1, V4, V11, V14) mittels einer an ihrem oberen Ende angeordneten Aufhängevorrichtung (6, 30, 31; 105 bis 121) aufgehängt ist, dass die Aufhängevorrichtung an einer tragenden Konstruktion (1, 2, 103, 104, 122 bis 125) befestigt ist und federnde Glieder (71, 72; 114 bis 121) enthält, die zur Ermöglichung von Relativbewegungen in vertikaler Richtung zwischen der Ventilanordnung und der tragenden Konstruktion angeordnet sind.

2. Stromrichteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufhängevorrichtung langgestreckte, elektrisch isolierende Tragglieder (105 bis 112) enthält, deren obere Enden an den federnden Gliedern (71, 72; 114 bis 121) und deren untere Enden an der Ventilanordnung befestigt sind, und dass die federnden Glieder an der tragenden Konstruktion befestigt sind.

3. Stromrichteranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die federnden Glieder (71, 72) mit schwingungsdämpfenden Gliedern verbunden sind oder schwingungsdämpfende Mittel zur Dämpfung derjenigen Schwingungen aufweisen, welche die Ventilanordnung und mit ihr verbundene Tragglieder relativ zur tragenden Konstruktion ausführen.

4. Stromrichteranordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Ventilanordnung (VI, V4) zusätzlich mechanisch verbundene Glieder (11) zur seitlichen Dämpfung der Schwingungsbewegungen der Ventilanordnung vorgesehen sind.

5. Stromrichteranordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufhängevorrichtung schwingungsdämpfende Glieder aufweist.

6. Stromrichteranordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass elektrische Anschlüsse (9, 10, 13, 14, 15, 16, 20; 126 bis 131) der Ventilanordnung derart ausgebildet sind, dass die Ventilanordnung relativ zur tragenden Konstruktion im wesentlichen frei schwingen kann.

7. Stromrichteranordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch isolierenden Tragglieder (105 bis 112) Aufhängestangen sind.

8. Stromrichteranordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufhängestangen aus glasfaserarmiertem Kunststoff bestehen.

9. Stromrichteranordnung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufhängestangen zur Verlängerung der in ihrer Längsrichtung verlaufenden Kriechstrecke mit quer oder wendelförmig verlaufenden Rillen versehen sind.

10. Stromrichteranordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Ventilanordnung mehrere Ventilmoduln (170 bis 173) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung mehrere in ihrer Längsrichtung angeordnete elektrisch isolierende Tragegestangen (153 bis 160) aufweist, an denen die Ventilmoduln (170 bis 173) befestigt sind.

11. Stromrichteranordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Tragegestangen (153 bis 160) aus glasfaserarmiertem Kunststoff bestehen.

12. Stromrichteranordnung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Tragegestangen (153 bis 160) zur Verlängerung der in ihrer Längsrichtung verlaufenden Kriechstrecke mit quer oder wendelförmig verlaufenden Rillen versehen sind.

13. Stromrichteranordnung nach Anspruch 12, dadurch

gekennzeichnet, dass die wendelförmig verlaufenden Rillen durch Gewindegänge von Gewinden gebildet sind, auf denen zur Befestigung der Ventilmoduln (170 bis 173) Muttern aufgeschraubt sind.

14. Stromrichteranordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung einen an ihrem oberen Ende angeordneten oberen Rahmen (151) und einen an ihrem unteren Ende angeordneten unteren Rahmen (152) aufweist und dass die Tragegestangen (153 bis 160) mit ihren oberen Enden an dem oberen Rahmen (151) und mit ihren unteren Enden an dem unteren Rahmen (152) befestigt sind.

15. Stromrichteranordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufhängestangen (105 bis 112) mit ihren unteren Enden an dem oberen Rahmen (151) befestigt sind.

16. Stromrichteranordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die tragende Konstruktion (1, 2, 2', 3, 3') zum Aufstellen auf eine Unterlage (A) bestimmt ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Stromrichteranordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei Stromrichtern für hohe Spannungen ist es früher bereits bekannt gewesen, Ventilketten als vertikale, auf einer Unterlage stehende Säulen zu bauen, wobei die zu der Ventilkette gehörenden Ventile übereinander angeordnet sind und aufeinanderstehen. Mit Ventil ist eine Baueinheit gemeint, die meistens eine Anzahl von in Reihe geschalteten Thyristoren oder Dioden enthält und die elektrisch als eine Einheit funktioniert und beispielsweise ein Zweig in einer Stromrichterbrücke ist. Eine Ventilkette kann beispielsweise aus mehreren zwischen dem Gleichstromanschluss eines Stromrichters in Reihe miteinander liegenden Ventilen bestehen. Insbesondere bei hohen Spannungen und bei Stromrichtern mit zwei oder mehreren gleichstrommässig in Reihe geschalteten Brücken wird jede Ventilkette sehr hoch.

Jedes Ventil muss zwischen seinen beiden Enden vertikale Stützisolatoren haben, welche die erforderliche elektrische Isolation zwischen den Enden des Ventils bewirken und die Kräfte von darüberliegenden Ventilen aufnehmen können. Bei hohen Ventilketten sind diese Kräfte gross, weshalb die Stützisolatoren kräftig dimensioniert sein müssen und teuer und platzraubend sind.

In gewissen Fällen, beispielsweise dann, wenn die Ventilkette so bemessen sein muss, dass sie Erdbebenkräften standhält, oder bei einer Aufstellung des Stromrichters auf einer beweglichen Unterlage, z.B. bei einer marinen Installation, sind die vorgesehenen Kräfte auf die Stützisolatoren so gross, dass es schwer oder sogar unmöglich ist, mit der bisher bekannten Technik Ventilketten herzustellen, die eine genügende Festigkeit haben.

Die auf die vorstehend beschriebene Weise aufgebauten Ventilketten haben oftmals eine mechanische Eigenfrequenz, welche mit der Frequenz der Bewegungen der Unterlage zusammenfallen kann, beispielsweise bei Erdbeben. Dieser Zustand kann Anlass zu Resonanzerscheinungen und einer kräftigen Steigerung der mechanischen Beanspruchungen an eine Ventilkette geben.

Ausser bei Bewegungen der Unterlage kann eine Ventilkette starken mechanischen Beanspruchungen, beispielsweise bei Kontrolle und Wartung, ausgesetzt sein.

Ausser den zu den einzelnen Ventilen gehörigen Stützisolatoren befinden sich oftmals zuunterst in einer Ventilkette Stützisolatoren, auf denen die ganze Kette ruht und die eine

elektrische Isolation zwischen dem unteren Ende der Kette und Erde bilden. Diese Isolatoren sind sehr grossen Kräften ausgesetzt, was die vorstehend genannten Probleme noch stärker in Erscheinung treten lässt.

Eine Ventilkette der oben beschriebenen, bekannten Art ist meistens aus einer Anzahl aufeinander angebrachter Sektionen aufgebaut, wo jede Sektion an ihrem oberen und unteren Ende mit einem Metallrahmen versehen ist, zwischen welchen Stützisolatoren angebracht sind. Diese Rahmen stellen eine Komplikation und Verteuerung der Ventilkette dar. Ferner bringen es diese Rahmen mit sich, dass die Kette aus elektrischen Festigkeitsgründen höher gemacht werden muss, als wenn die Rahmen nicht vorhanden wären, was im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit und die Festigkeit erhebliche Nachteile mit sich bringt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Stromrichteranordnung zu schaffen, bei der die Ventilketten auf eine einfachere und wirtschaftlich vorteilhaftere Weise als bisher ausgeführt werden können und wobei auch hohe Ketten Kräften widerstehen, die durch eventuelle Bewegungen der Unterlage verursacht werden. Ferner soll die Höhe der Ventilkette im Vergleich zu bekannten Konstruktionen verringert werden.

Die gestellte Aufgabe wird nach der Erfindung durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Anhand der Zeichnungen werden nachfolgend Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1a einen Stromrichter in Frontansicht,
- Fig. 1b den Stromrichter nach der Fig. 1a in einer Seitenansicht,
- Fig. 1c ein Detail der Aufhängevorrichtung entsprechend Fig. 1b,
- Fig. 2 eine Schaltungsanordnung des Stromrichters nach der Fig. 1
- Fig. 3a den Aufbau einer Ventilkette, von der Seite gesehen,
- Fig. 3b einen horizontalen Schnitt A-A nach der Fig. 3a,
- Fig. 4 eine Anordnung zum Dämpfen von Schwingungsbewegungen einer Ventilkette,
- Fig. 5 elektrische Anschlüsse zwischen Ventilketten bei einer starren Verbindung der Ventilketten miteinander,
- Fig. 6 elektrische Anschlüsse als Dämpfungsorgane für die Schwingungsbewegungen,
- Fig. 7a eine alternative Ausführungsform eines Stromrichters in der Frontansicht,
- Fig. 7b der Stromrichter nach der Fig. 7a in einer Seitenansicht,
- Fig. 8a ein Detail der Aufhängevorrichtung nach der Fig. 7b,
- Fig. 8b eine Draufsicht auf die Aufhängevorrichtung nach der Fig. 8a,
- Fig. 8c ein Detail der Aufhängevorrichtung entsprechend der Fig. 7a,
- Fig. 9a den Aufbau der Ventilketten nach der Fig. 7 und
- Fig. 9b eine rechtwinklige Ansicht zur Fig. 9a.

Der in den Figuren 1a und 1b dargestellte Stromrichter weist sechs Ventile V1 bis V6 auf. Je zwei der Ventile bilden insgesamt drei Ventilketten des Stromrichters, nämlich V1 und V4, V3 und V6 sowie V5 und V2. Jede der Ventilketten bildet eine vertikale Säule, wobei die Ventile in der Kette übereinander angeordnet sind. Die Ketten sind mittels Hängeisolatoren 6', 6'', 7', 7'', 8' und 8'' sowie mittels an den oberen Enden der Ketten angeordneter Aufhängevorrichtungen an einem Rohr 1 befestigten Jochen 6, 7 und 8 aufgehängt. Die der Vollständigkeit halber in der Aufzählung enthaltenen Hängeisolatoren 6'' und 7'' sind infolge der

gewählten Darstellung in den Fig. 1a und 1b nicht enthalten. Das untere Ventil jeder Kette ist an dem darüber angeordneten Ventil aufgehängt. Die Ventile werden daher bei dieser Anordnung nur auf Zug beansprucht, so dass gemäss nachfolgendem Beschreibungsteil eine einfache und vorteilhafte Ausführungsform der Ventile möglich ist.

Die Ventilketten sind in einem Gestell mit vier Beinen 2, 2', 3 und 3' aufgehängt, deren obere Enden durch Joche 4 und 5 miteinander verbunden sind. Zwischen den endseitigen Jochen 4 und 5 erstreckt sich das horizontal angeordnete, die bereits genannten Joche 6, 7 und 8 tragende Rohr 1 ein. An diesen Jochen 6, 7 und 8 sind die Hängeisolatoren 6', 6'', 7', 7'', 8' und 8'' mit ihren oberen Enden befestigt. Die Ventilketten weisen an ihren oberen Enden Anschlusspunkte 9', 9'', 10' und 10'' auf, von denen die Anschlusspunkte 9', 9'' mittels eines Seiles 9 und die Anschlusspunkte 10' und 10'' mittels eines Seiles 10 miteinander verbunden sind. An den unteren Enden der Ventilkette sind auf gleiche Weise Anschlusspunkte 13' und 13'' mittels eines Seiles 13 sowie 14' und 14'' mittels eines Seiles 14 miteinander verbunden. Das Ventil V5 weist an seinem oberen Ende einen als Gleichstromausgang des Stromrichters dienenden Anschlusspunkt 15' auf, an dem ein Seil 15 befestigt ist. Das untere Ventil V2 weist an seinem unteren Ende auf gleiche Weise einen als anderen Gleichstromausgang des Stromrichters dienenden Anschlusspunkt 16' auf, an dem ein Seil 16 befestigt ist.

Der Stromrichter steht auf einer Unterlage A, bei der es sich um den Boden oder ein besonderes Fundament oder bei marinen Installationen um ein Deck handeln kann.

Auf der Unterlage A steht neben dem zum Aufhängen des Stromrichters dienenden Gestell ein Stromrichtertransformator 21. Dieser Transformator weist drei Phasenausgänge auf, die über Seile mit den drei Wechselstromanschlüssen 17, 18 und 19 des Stromrichters verbunden sind. In der Fig. 1b ist als einer der drei Phasenausgänge ein Anschluss 22 des Transformators 21 dargestellt, welcher Anschluss über ein Seil 20 mit dem Anschluss 19 des Stromrichters verbunden ist.

Zur Dämpfung der Schwingungsbewegungen der Ventilketten sind Dämpfungsglieder 11 und 12, beispielsweise hydraulische Dämpfer, zwischen den unteren Enden der Ventilketten angeordnet.

Die Fig. 1c zeigt als Beispiel im Detail, wie die eine Ventilkette V1-V4 mittels federnder Glieder 61 und 62 am Joch 6 aufgehängt ist. Die federnden Glieder 61 und 62 können mit schwingungsdämpfenden Gliedern verbunden sein oder schwingungsdämpfende Mittel enthalten, um solche Schwingungen zu dämpfen, die zwischen der Ventilanordnung und der tragenden Konstruktion auftreten. Die als Beispiel dargestellten federnden und bewegungsdämpfenden Glieder 61 und 62 können pneumatisch und/oder hydraulisch sein und gegebenenfalls mit mechanischen Federelementen kombiniert werden. Es kann sich dabei um Stossdämpfer handeln, wie sie vom Fahrzeugbau her bekannt sind. Die als Beispiel dargestellte Ventilkette V1-V4 ist mittels Aufhängeösen 31' und 31'' an den Hängeisolatoren 6' und 6'' befestigt, welche ihrerseits an den federnden und gegebenenfalls stossdämpfenden Gliedern 61 und 62 aufgehängt sind. Die Ösen 31' und 31'' sind an einer Platte 30 befestigt, deren Abmessungen dem Querschnitt des Ventils V1 entsprechen.

Durch den vorstehend erläuterten Aufbau ergibt sich einerseits eine Dämpfung der Schwingungsbewegungen und andererseits eine Nachgiebigkeit gegenüber vertikalen Kräften und eine Dämpfung vertikaler Schwingungsbewegungen.

Die in der Fig. 2 dargestellte elektrische Schaltung des Stromrichters nach der Fig. 1 zeigt eine dreiphasige Thyristorbrücke, bei der die Ventile V1 bis V6 die sechs Brücken-

weige darstellen. Der Stromrichtertransformator 21 weist Anschlüsse R, S, T zum Anschluss an ein dreiphasiges Wechselspannungsnetz oder an eine andere Wechselspannungsquelle auf. Die dem Stromrichter zugekehrte Seite des Transformators 21 weist drei Anschlüsse 22 auf, welche mit den Wechselstromanschlüssen 17, 18 und 19 der Stromrichterbrücke verbunden sind.

Der obere Gleichstromanschluss der Brücke ist zum Anschluss an eine Erdelektrode J über das Seil 15 vorgesehen, und die oberen Enden der Ventilketten weisen damit nur eine niedrige Spannung gegen Erde auf. Deshalb brauchen die Hängeisolatoren 6, 7, 8 in Figur 1 nur für eine niedrige Spannung bemessen zu sein, und eventuell kann man auf dieselben ganz verzichten. Der untere Gleichstromanschluss der Brücke hat hohe Spannung gegen Erde und ist zum Anschluss über das Seil 16 an ein Gleichstromkabel oder eine Leitung vorgesehen. Da die unteren Enden der Ketten frei hängen, benötigen sie keine für diese hohe Spannung bemessenen Isolatoren, sondern man braucht nur darauf zu achten, dass der Abstand zwischen den unteren Enden der Ketten und den umgebenden Gegenständen auf Erdpotential (das Gestell 1-5, die Unterlage A) gross genug ist.

Figur 3a zeigt den Aufbau der Ventilkette V1-V4, von der Seite gesehen, und Figur 3b zeigt einen horizontalen Schnitt A-A durch das Ventil V1. Das Ventil V1 ist an seinem oberen Ende mit einem Rahmen oder einer Platte 30, der/die dieselben Abmessungen wie der Querschnitt des Ventils hat, und mit am Rahmen befestigten Aufhängeösen 31 zum Aufhängen der Ventilkette versehen. Im Rahmen 30 sind acht vertikale Balken 32-39 mit ihren oberen Enden befestigt. Die Balken bestehen aus elektrisch isolierendem Material, z.B. Glasfaserlaminat. An ihren unteren Enden sind die Balken als Befestigungsorgane (z.B. 36'-39') zur Befestigung entsprechender Balken 42-29 des Ventils V4, beispielsweise mit Hilfe von Bolzen, ausgeführt.

Zwischen den Balken 34 und 36 sind ein oder mehrere Distanzstücke 50 und zwischen den Balken 35 und 37 die Distanzstücke 51 befestigt.

Das Ventil V1 enthält 12 Thyristormoduln M11-M16 und M11'-M16' (in der Figur sind nur einige Moduln gezeigt). Jeder Modul bildet eine mechanisch selbsttragende Einheit und enthält beispielsweise vier in Reihe geschaltete Thyristoren mit Hilfsausrüstung (Steuer- und Indizierglieder, Spannungsteilerelemente usw.). Je zwei und zwei der Moduln (z.B. M16 und M16' sind auf demselben Niveau im Ventil und auf gegenüberliegenden Seiten des Ventils angeordnet. Die Moduln sind von der Seite zwischen und gegen die vertikalen Balken geschoben und z.B. mit Bolzen an denselben befestigt. Die Moduln werden also von den vertikalen Balken 32-39 des Ventils getragen und versteifen gleichzeitig das ganze Ventil.

Wie aus Figur 3b hervorgeht, sind die beiden auf demselben Niveau angeordneten Moduln M16 und M16' links mit einem Stromleiter 52 verbunden. Der Modul M16' ist rechts durch den Leiter 53 mit dem unmittelbar unter dem Modul M16 liegenden Modul (in diesem Fall der Modul M41 im Ventil V4) verbunden. Der Modul 16 ist rechts durch den Leiter 54 mit dem unmittelbar über dem Modul M16' liegenden Modul (der nicht gezeigte M15') verbunden. Der Strompfad durch die Ventilkette verläuft also schraubenlinienförmig vom untersten Modul (M46') der Kette zu deren oberstem Modul (M11).

Das Ventil V4 ist im wesentlichen auf gleiche Weise aufgebaut wie das Ventil V1, mit acht vertikalen Balken 42-49 aus beispielsweise Glasfaserlaminat, auf welchen die 12 Thyristormoduln M41-M46, M41'-M46' stehen. Die oberen Enden der Balken sind als Befestigungsorgane (z.B. 48' und

49') ausgeführt, um direkt an den entsprechenden Balken des Ventils V1 befestigt werden zu können. Ein Rahmen, der dem Rahmen des Ventils V1 entspricht, ist also nicht erforderlich.

Vorstehend ist beschrieben worden, wie eine Ventilkette aus zwei übereinander angeordneten Sektionen aufgebaut ist, wo jede Sektion aus einem Ventil besteht. Die Aufteilung der Kette in eine oder mehrere Sektionen kann natürlich auch auf andere Weise vorgenommen werden, beispielsweise so, dass jede Sektion aus einem Teil eines Ventils oder aus mehr als einem Ventil besteht.

Jedes Ventil oder jede Sektion kann mit in den Figuren nicht gezeigten, für mehrere Moduln gemeinsamen Anordnungen für z.B. Hilfskraft, Steuerung oder Meldefunktionen versehen werden.

Jede Ventilkette kann so aufgehängt werden, dass sie im wesentlichen frei schwingen kann (für kleine Schwingungsbewegungen). Zweckmässig wird die Ventilkette jedoch mit Dämpfungsorganen zur Dämpfung der Schwingungsbewegungen relativ den anderen Ventilketten (wie in Figur 1) oder relativ der Unterlage versehen. Zur Dämpfung relativ der Unterlage können, wie es in Figur 4 gezeigt ist, Dämpfer 65 und 66 beispielsweise hydraulischer Art angeordnet werden, um über Isolatorketten 63 und 64 die Unterlage A und die Ventilkette V1-V4, beispielsweise so, wie es in der Figur 25 gezeigt ist, am unteren Ende der Kette zu verbinden.

Die in den Figuren 1 und 4 gezeigten Anordnungen dämpfen nur Bewegungen in einer Ebene und können natürlich verdoppelt werden, so dass man eine Dämpfung jeder Schwingungsbewegung unabhängig von deren Richtung erhält.

Statt jede Ventilkette frei schwingen zu lassen, können die Ventilketten, so wie es in Figur 5 gezeigt ist, miteinander verbunden werden, so dass sie, zumindest für Schwingungen in der Ebene des Papiers, als eine starre Einheit auftreten. Dies kann dadurch erreicht werden, dass man die drei Ventilketten, beispielsweise an ihren unteren Enden, mit Hilfe von Stangen 83 und 84 miteinander verbindet. Die Stangen können als elektrische Verbindungsleiter zwischen den Ventilketten (13, 14 in Figur 1) dienen. Alternativ können natürlich ausser den Stangen 83, 84 besondere Anschlussleiter 13 und 14 vorgesehen werden (gestrichelte Linien in Figur 5).

Die in Figur 1 gezeigten, zwischen den Ketten angebrachten Dämpfungsorgane 11 und 12 können gleichzeitig als elektrische Verbindungen zwischen den Ketten ausgeführt werden. In Figur 6 ist gezeigt, wie die Ketten über Metallstangen 91, 92 und einen Dämpfer 93 miteinander verbunden sind. Die Metallstangen und eventuell der Dämpfer bilden die elektrische Verbindung zwischen den Ketten. Wenn der elektrische Strompfad durch den Dämpfer von einer Schicht nichtleitenden Materials unterbrochen ist, kann der Dämpfer mit Hilfe eines Seils 94 elektrisch nebengeschaltet werden.

Wie aus der Beschreibung der Erfindung hervorgeht, werden die Ventile in einer Ventilkette im wesentlichen nur Zugbeanspruchungen ausgesetzt. Diese können einfach von beispielsweise den oben beschriebenen, durchgehenden vertikalen Balken aus Glasfaserlaminat oder dergleichen aufgenommen werden, die gegenüber Biegungen, Drehungen und anderen Verformungen verhältnismässig unempfindlich sind. Die hängende Ventilkette bildet also eine starke und in gewisser Masse flexible Einheit, was der Kette eine sehr grosse Widerstandskraft gegenüber den durch Bewegungen des Aufhängepunktes der Kette oder der Unterlage des Stromrichters verursachten Kräften gibt.

Die schwingungsdämpfenden und federnden Organe zum Aufhängen der Ventilketten bringen eine sehr starke Reduktion der auf die Ketten einwirkenden mechanischen Beanspruchungen mit sich. Indem man dieselben mit einem aus-

reichend grossen Federungsweg und zweckmässiger Dämpfung ausführt, kann nämlich die Bewegung einer Ventilkette bei Bewegungen der Unterlage erheblich verringert werden. Die dämpfenden und federnden Glieder sind daher ein bedeutender Teil der Erfindung und bewirken eine erhebliche Vergrösserung der Vorteile, welche die Erfindung mit sich bringt.

Die bei früheren Ventilketten verwendeten zerbrechlichen, schweren, platzraubenden und teuren Stützisolatoren werden bei einem Stromrichter nach der Erfindung ganz vermieden. Ausser der stark zunehmenden mechanischen Widerstandskraft der Ventilkette erzielt man daher einen wesentlichen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber früher bekannten Ventilketten.

Bei früher bekannten Ventilketten ist es meistens erforderlich gewesen, dass jedes Ventil einen unteren Rahmen und hierauf plazierte Stützisolatoren enthält, welche einen oberen Rahmen tragen. Zwischen dem oberen und dem unteren Rahmen sind Tragorgane für die Gleichrichterelemente angeordnet. Jedes Ventil steht mit seinem unteren Rahmen auf dem oberen Rahmen des darunterliegenden Ventils. Alternativ können die einander zugewandten Rahmen von zwei Ventilen durch einen gemeinsamen Rahmen ersetzt werden.

Bei einem Stromrichter nach der Erfindung wird auf diese Rahmen fast ganz verzichtet. Nur am oberen Ende des obersten Ventils in jeder Ventilkette kann eine Rahmenkonstruktion erforderlich sein (30 in Figur 3a), was weiter dazu beiträgt, den Stromrichter nach der Erfindung wirtschaftlich vorteilhaft zu machen.

Die Figuren 7a und 7b zeigen einen in einem Gebäude 100 oder in einer anderen Konstruktion untergebrachten Zöwlfimpulsstromrichter. Der Stromrichter enthält drei Vierfachventile. Ein erstes Vierfachventil besteht aus den vier gleichstrommässig in Reihe geschalteten Ventilen V1, V4, V11, V14. Ein zweites Vierfachventil besteht aus den Ventilen V3, V6, V13, V16 und das dritte aus den Ventilen V5, V2, V15, V12. Die Ventile sind mit Hilfe isolierender Stangen aus glasfaserarmiertem Kunststoff aufgehängt und werden von horizontalen Balken 101–104 in der Decke des Gebäudes getragen. Die Ventile V5–V2–V15–V12 hängen in acht isolierenden Stangen 105–112. Die oberen Enden der Stangen sind in einer Metallplatte 113 befestigt. Die Platte ist in federnden und bewegungsdämpfenden Organen 114–121 aufgehängt. Diese ruhen auf zwischen den Balken 103 und 104 angebrachten Querbalken 122–125. Die beiden übrigen Vierfachventile sind auf entsprechende Weise aufgehängt.

Die oberen und unteren Enden der Vierfachventile sowie deren Mittelpunkte sind durch Seile 126–131 elektrisch miteinander verbunden. Die Ventile V1–V6 bilden hierdurch eine obere Dreiphasenbrücke und die Ventile V11–V16 eine untere Brücke. Die beiden Brücken sind gleichstrommässig in Reihe geschaltet. Die oberen Endpunkte der Vierfachventile sind an die eine Gleichstromzuleitung 142 des Stromrichters und deren unteren Endpunkte an die andere Gleichstromzuleitung 143 angeschlossen. Diese Leitungen können, genau wie die sechs Wechselstromzuleitungen des Stromrichters (140 und 141, gezeigt in Figur 7b), aus Seilen oder anderen flexiblen Anschlussorganen bestehen.

Jedes Vierfachventil kann sich hierdurch relativ frei im Verhältnis zur Unterlage A, zum Gebäude 100 und zu den übrigen Ventilen bewegen. Vertikale Bewegungen und Schwingungsbewegungen des Ventils relativ dem Gebäude 100 werden von den Dämpfungselementen (z.B. 114–121) aufgenommen und gedämpft. Rein horizontale Bewegungen werden dadurch aufgenommen, dass die flexiblen, isolierenden Aufhängestangen (z.B. 105–112) gebogen werden. Hierdurch wird erreicht, dass jedes Ventil im grossen und

ganzen still hängt, unabhängig von Bewegungen der Unterlage A und des Gebäudes 100. Hierdurch werden die mechanischen Beanspruchungen an die Ventile in grossem Masse verringert.

Die Figuren 8a, 8b und 8c zeigen die Aufhängung des Ventils V5–V2–V15–V12 im Gebäude mehr im Detail. Die Dämpfungselemente 114–121 ruhen auf den Querbalken 122–125, die wiederum von den Balken 103 und 104 getragen werden. Jedes Dämpfungselement ist über eine Stange (132–139) mit der Metallplatte 113 verbunden. Diese wiederum trägt die acht isolierenden Stangen 105–112, in welchen das Ventil hängt. Diese Stangen können zweckmässig mit Rillen oder Gewinden versehen sein, um die elektrische Kriechstrecke in Längsrichtung der Stangen zu vergrössern. Jedes Dämpfungselement kann aus einer Kombination von einem kraftaufnehmenden Federelement (z.B. mechanische Federn oder Gasfederung) und einem bewegungsdämpfenden Element (z.B. ein Flüssigkeitsstossdämpfer) bestehen. Durch die Federung erhält man eine grosse Reduktion der auf die Ventile wirkenden Kräfte, und die dämpfenden Elemente bewirken eine Dämpfung der Bewegungen des Ventils.

Die Figuren 9a und 9b zeigen das Vierfachventil V5–V2–V15–V12 in zwei zueinander winkelrechten Projektionen. Das Ventil besteht aus mehreren «Etagen», von denen vier (170–173) in der Figur gezeigt sind. Jede «Etag» (z.B. 170) enthält zwei Thyristormoduln (170a und 170b), die von einem elektrostatischen Schirm (gestrichelt in der Etag 170, voll ausgezogen in den übrigen Etagen) umgeben werden. Das Ventil hat einen oberen Rahmen 151 und einen unteren Rahmen 152, die von elektrostatischen Schirmen 161 und 162 umgeben werden. In dem oberen Rahmen 151 sind die unteren Enden der isolierenden Aufhängestangen 105–112 befestigt, indem der Rahmen beispielsweise auf Muttern liegt, die an den unteren, mit Gewinde versehenen Enden der Stangen angebracht wurden. Die Thyristormoduln und der untere Rahmen 152 werden von acht Stangen 152–160 aus glasfaserarmiertem Kunststoff getragen. Diese Stangen sind über ihre ganze Länge mit Gewinde versehen und enthalten über dem oberen Rahmen und unter dem unteren Rahmen Muttern. Die Thyristormoduln haben Befestigungsösen, die mit Hilfe von Muttern an den Stangen befestigt sind. Dadurch, dass die Stangen mit Gewinde und Muttern zur Befestigung der Thyristormoduln versehen sind, erzielt man erhebliche Vorteile. Durch das Gewinde bekommen die Stangen eine geriffelte Oberfläche. Hierdurch wird die elektrische Kriechstrecke längs der Stangen grösser, wodurch die Höhe des Ventils bedeutend reduziert wird. Ferner kann der Abstand zwischen den Thyristormoduln einfach auf einen für die vorgesehene Betriebsspannung geeigneten Wert justiert werden.

Die Thyristormoduln sind nur schematisch gezeigt. Jeder Modul kann beispielsweise auf die in Figur 1 der USA-Patentschrift 4 178 630 gezeigte Weise ausgeführt werden.

Die elektrischen Verbindungen zwischen den Thyristormoduln sind in Figur 9 nicht gezeigt. Dieselben werden zweckmässig auf die im Zusammenhang mit Figur 3 beschriebene Weise ausgeführt, d.h. so, dass alle Thyristormoduln im Ventil in Reihe geschaltet werden.

Die in den Figuren 7 bis 9 gezeigten Ausführungen ergeben eine ausserordentlich einfache und vorteilhafte Lösung des Aufbaus und der Aufhängung der Ventilketten. Hierdurch erzielt man grosse praktische und wirtschaftliche Gewinne in Form kleinerer Dimensionen, einfacheren Aufbaus und stark vergrösserter Festigkeit.

Vorstehend ist ein Dreiphasenstromrichter beschrieben worden, der also drei Ventilketten hat. Die Erfindung ist natürlich auch geeignet, an Stromrichtern beliebiger Art und mit einer beliebigen Anzahl Phasen und Ventilketten zur

Anwendung zu kommen. Ein Stromrichter nach der Erfindung kann somit z.B. aus einem Direktumrichter, aus einem Gleichspannungsumrichter oder ganz einfach aus zwei antiparallel geschalteten Ventilen zum Ein- und Ausschalten einer Wechselstrombelastung bestehen. Bei den Gleichrichterelementen in jedem Ventil im Stromrichter kann es sich alternativ um Thyristoren oder Dioden oder um eine Kombination solcher Elemente handeln.

Ein Stromrichter nach der Erfindung kann aus zwei oder mehreren in Reihe geschalteten Brücken bestehen, und die Anzahl Ventile je Ventilkette wird dann vier oder mehr betragen.

Vorstehend ist gezeigt worden, wie der Stromrichter ein besonderes Gestell zum Aufhängen der Ventilketten enthält. Wenn ausreichend tragfähige oder verstärkbare Decken (bei der Aufhängung im Gebäude) oder Decks (bei marinen Installationen) vorhanden sind, kann das Gestell natürlich fortgelassen und die Ventilketten in der Decke oder auf dem Deck oder eventuell in anderen bereits vorhandenen Konstruktionen aufgehängt werden.

Die Figuren 1 und 3 zeigen, wie jede Ventilkette in einer einzigen Befestigungsöse (31, Fig. 3a) und einem Hängeisolator (6) hängt. Alternativ können die Aufhängevorrichtungen jeder Kette verdoppelt oder vervielfacht werden, um eine grössere Sicherheit zu bekommen und um Rotationschwingungen der Kette zu vermeiden.

In Figur 2 ist gezeigt worden, wie das eine Ende jeder Kette auf Erdpotential liegt oder niedrige Spannung gegen Erde hat. Dieses Ende wird dabei so angeordnet, dass es nach oben gerichtet ist, wodurch die an die elektrische Isolation der Aufhängevorrichtungen der Kette gestellten Forderungen bedeutend geringer werden. Auch wenn das eine Ende der Kette nicht auf oder nahe dem Erdpotential liegt, ist es im allgemeinen günstig, das eine Ende der Kette, das die niedrigere

Spannung gegen Erde hat, nach oben zu richten.

Das in Figur 3 gezeigte Ventil ist nur ein Beispiel, und im Rahmen der Erfindung sind viele andere Ausführungen denkbar. Die Anzahl Moduln kann sich somit von der gezeigten (12) unterscheiden. Ferner können mehr oder weniger als zwei Moduln auf jedem Niveau angeordnet werden. Die Anzahl der vertikalen Balken, deren Ausführung und Material können natürlich anders sein wie auch die Befestigung und Orientierung der Moduln.

Selbstverständlich können eventuelle Dämpfungsvorrichtungen für Schwingungsbewegungen anders als gezeigt ausgeführt werden. Dieselben können an einem oder mehreren geeigneten Punkten, die nicht ganz unten an der Kette zu liegen brauchen, an der Ventilkette befestigt werden. Dämpfungsvorrichtungen zur Dämpfung von Bewegungen relativ der Unterlage können auf zweckmässige Art mit Vorrichtungen zur Dämpfung von Relativbewegungen zwischen den Ketten oder mit Vorrichtungen versehen werden, welche die Ketten starr miteinander verbinden.

Nicht nur die elektrischen Verbindungen zwischen den Ventilketten, sondern auch oder alternativ die äusseren Anschlüsse des Stromrichters (z.B. 15, 16, 20) können zur Dämpfung von Schwingungsbewegungen ausgeführt werden.

Hilfsanschlüsse (Kabel, Schläuche, Rohre, Lichtleiter usw.) zur Kühlung und Steuerung einer Ventilkette und zum Fortführen von Mess- und Meldesignalen können an dem oberen oder unteren Ende der Kette oder eventuell an der Seite der Kette angeschlossen werden.

Mit dem vorstehend benutzten Begriff «marine Installationen» sind nicht nur Schiffsinstallationen, sondern auch beispielsweise Installationen auf z.B. Öl- oder Gasplattformen gemeint, wo die Bewegungen bei Seegang, insbesondere beim Transport der Plattform, erheblich sein können.

FIG. 2

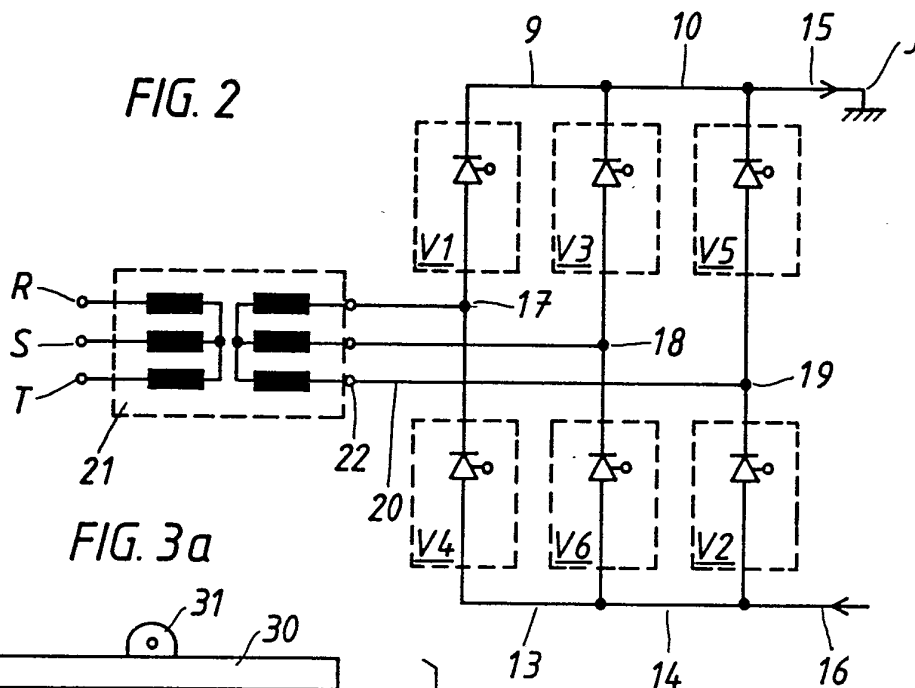


FIG. 3a

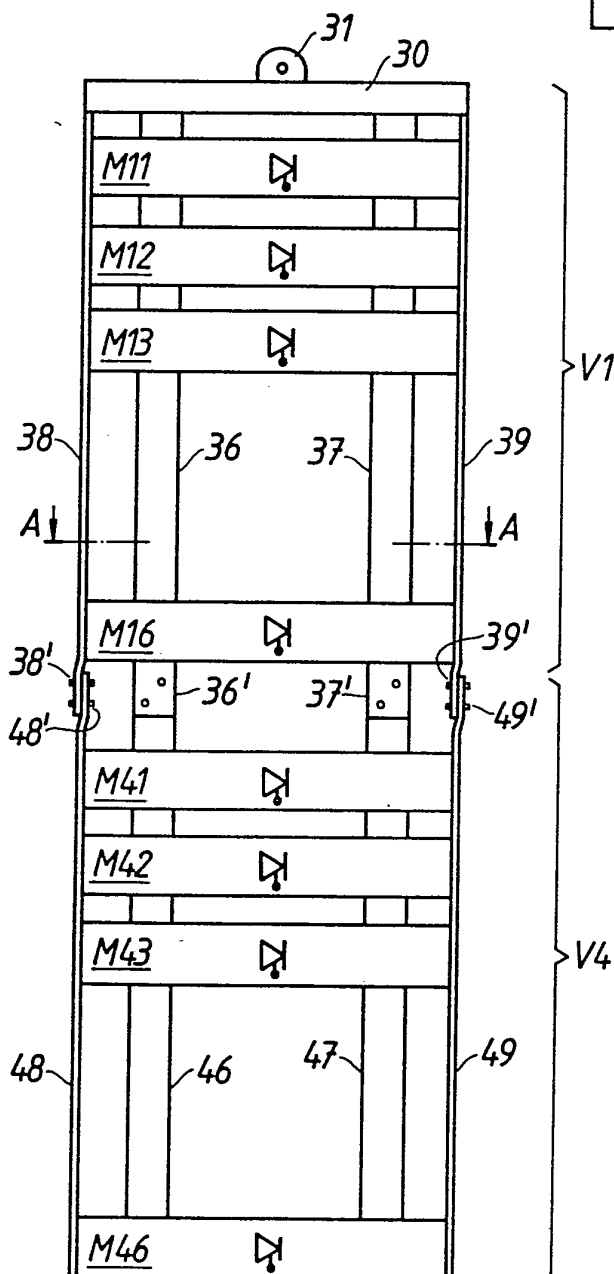
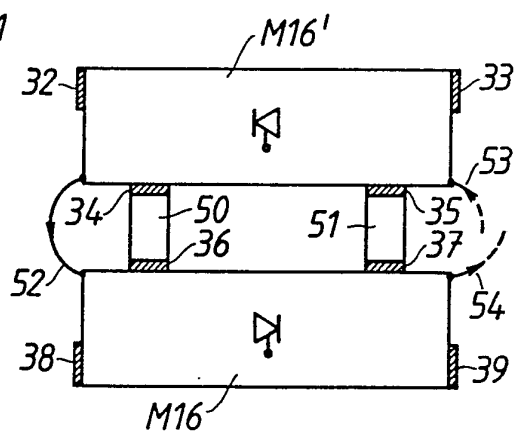
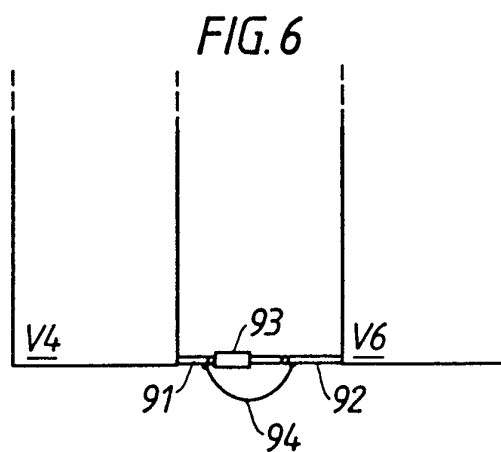
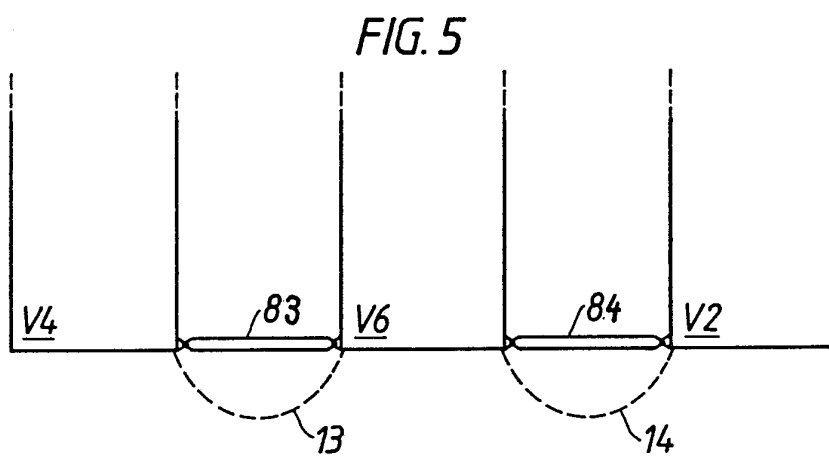
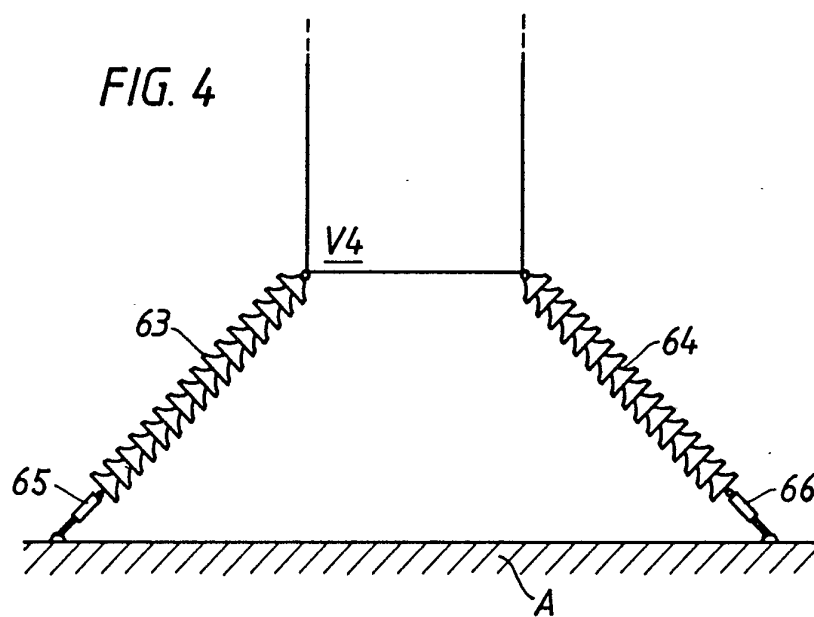
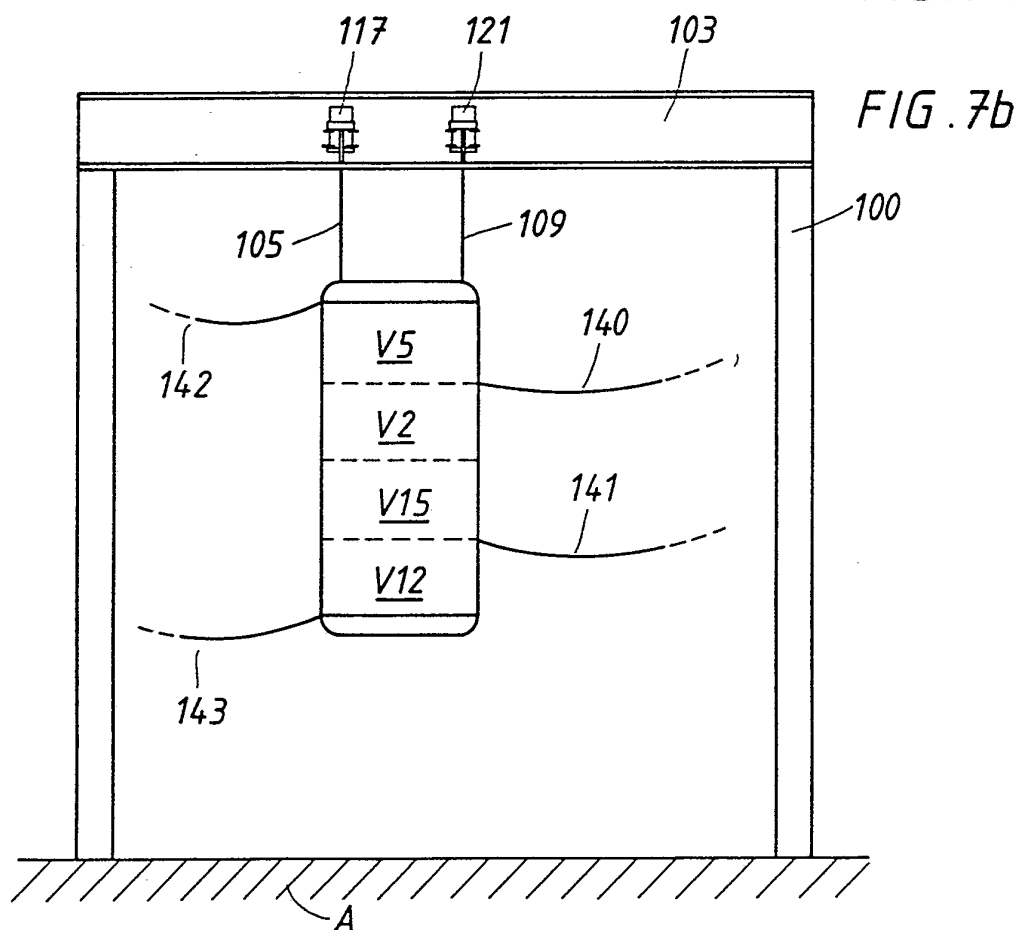
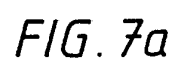


FIG. 3b







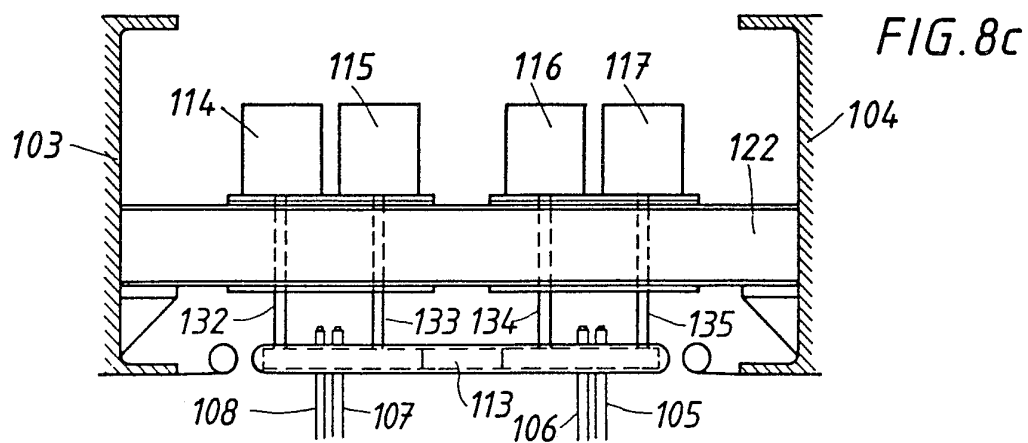
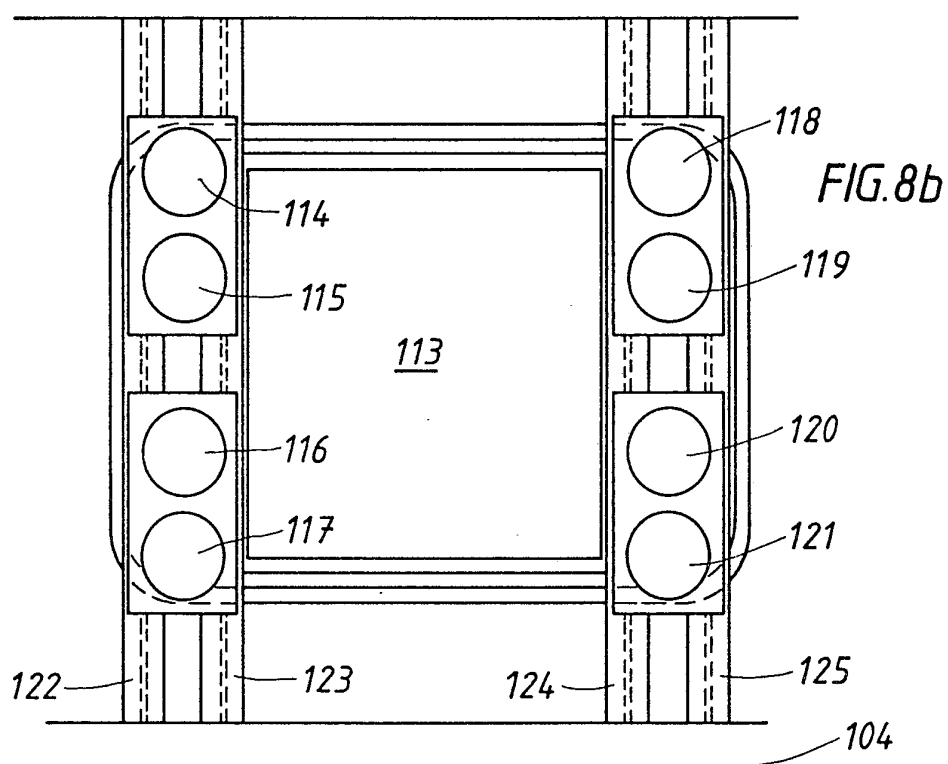
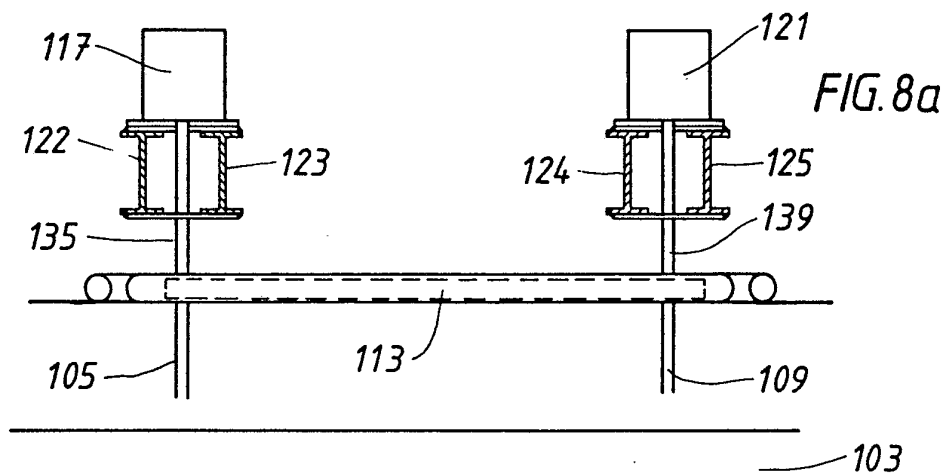


FIG. 9a

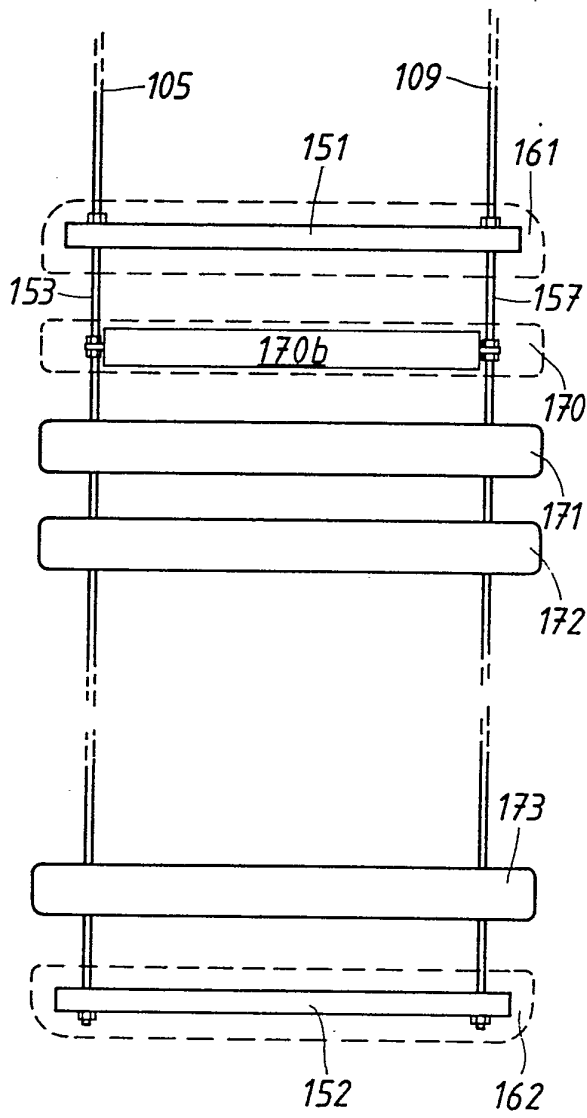


FIG. 9b

