

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1305/2010
(22) Anmeldetag: 04.08.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2012

(51) Int. Cl. : **F03D 1/04** (2006.01)

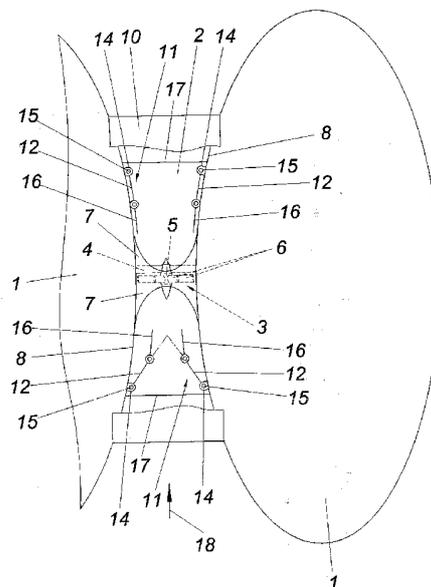
(56) Entgegenhaltungen:
DE 2535138A1 GB 2423339A
GB 721926A WO 2005/052363A1
WO 2008/001080A1 US 4164382A

(73) Patentinhaber:
PENZ ALOIS
A-8572 BÄRNBACH (AT)

(54) WINDKRAFTANLAGE

(57) Es wird eine Windkraftanlage mit einem Strömungskanal (2) zwischen zwei Kanalwänden (8), von denen zumindest eine eine Außenwand eines Bauwerks (1) bildet, und mit innerhalb des Strömungskanals (2) gelagerten, über die Höhe des Strömungskanals (2) verteilten, axial durchströmten Windturbinen (3) beschrieben. Um für vorteilhafte Strömungsverhältnisse im Strömungskanal (2) zu sorgen, wird vorgeschlagen, dass den einzelnen Windturbinen (3) in Anströmrichtung (18) eine Leiteinrichtung (11) mit einander bezüglich des Strömungskanals (2) gegenüberliegenden, je für sich verschwenkbaren Leitwänden (12) vorgelagert ist, die im Bereich ihrer von der Windturbine (3) abgewandten Stirnseite (13) an der zugehörigen Kanalwand (8) schwenkbar gelagert und zwischen einer im Wesentlichen in Richtung der zugehörigen Kanalwand (8) verlaufenden Ausgangsstellung und einer zueinander geschwenkten, den Strömungskanal (2) schließenden Endstellung zumindest schrittweise verlagerbar sind.

FIG.3



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Windkraftanlage mit einem Strömungskanal zwischen zwei Kanalwänden, von denen zumindest eine eine Außenwand eines Bauwerks bildet, und mit innerhalb des Strömungskanals gelagerten, über die Höhe des Strömungskanals verteilten, axial durchströmten Windturbinen.

[0002] Um Windenergie vorteilhaft nutzen zu können, ist es bekannt, zwei Bauwerke so auszubilden, dass zwischen ihren einander zugewandten Außenwänden ein Strömungskanal entsteht, in dem über die Höhe des Strömungskanals verteilt axial durchströmte Windturbinen gelagert werden können. Zur günstigen Anströmung einzelnen Windturbinen sind diesen düsenartige Leiteinrichtungen vorgelagert, die sich zwischen den Kanalwänden erstrecken und denen die Aufgabe zukommt, die sich im Strömungskanal ausbildende Windströmung in möglichst laminare Teilströme zur Beaufschlagung der einzelnen Windturbinen zu unterteilen. Der durch die Kanalwände begrenzte Strömungskanal weist vorteilhaft einen Verlauf nach Art einer Laval-Düse auf, die in Abhängigkeit vom Anströmwinkel des Strömungskanals und der jeweiligen Windgeschwindigkeit zum Teil sehr hohe Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb des Strömungskanals ermöglicht. Allerdings können die Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb des Strömungskanals in Abhängigkeit von den jeweils herrschenden Windverhältnissen auch stark schwanken, was sich nachteilig auf den Wirkungsgrad solcher Windkraftanlagen auswirkt. Außerdem gefährden große Strömungsgeschwindigkeiten im Strömungskanal vorzunehmende Montage- und Wartungsarbeiten.

[0003] Um eine Anpassung an unterschiedliche Windverhältnisse zu erreichen, ist es bekannt (WO 2005/052363 A1), einen Strömungskanal mit einem düsenartigen Einlass und einem diffusorartigen Auslass mit mehreren ringförmigen Strömungskanälen konzentrisch zu umgeben und im düsenartigen Einlass- und diffusorartigen Auslassbereich eine Leiteinrichtung vorzusehen, mit deren Hilfe die einzelnen ringförmigen Strömungskanäle nacheinander an den Einlass- und Auslassbereich angeschlossen werden können. Da nicht nur der zentrale Strömungskanal, sondern auch die ihn umschließenden ringförmigen Strömungskanäle mit je einer Windturbine versehen sind, kann je nach Windanfall nur die Windturbine des zentralen Strömungskanals oder diese zentrale Windturbine zusammen mit zumindest einer der Windturbinen der Windkanäle zur besseren Windausnutzung beaufschlagt werden. Eine Steuerung der Windbeaufschlagung der einzelnen Windturbinen ist jedoch nicht möglich.

[0004] Um eine Windturbine, die von einem konzentrischen Kranz von Strömungskanälen umschlossen ist, vorteilhaft mit einer Windströmung beaufschlagen zu können, deren Hauptrichtung sich ändert, ist es außerdem bekannt (US 4 164 382 A), die einzelnen radialen Strömungskanäle voneinander unabhängig abzusperrern, sodass nur die in der Hauptwindrichtung verlaufenden Strömungskanäle für die Zu- und Abluftströmung geöffnet, die übrigen Strömungskanäle aber geschlossen sind. Die Absperrrichtungen können unterschiedlich ausgeführt sein. Eine Ausführungsmöglichkeit besteht darin, den einzelnen Strömungskanälen Sperrwände zuzuordnen, die an den Kanalwänden verschwenkbar gelagert sind und aus einer an der Kanalwand anliegenden Offenstellung in eine Sperrstellung in den Strömungskanal eingeschwenkt werden können. Mit einer solchen Leiteinrichtung ergibt sich eine Anpassungsmöglichkeit an die jeweilige Hauptwindrichtung, nicht aber an die Strömungsgeschwindigkeiten.

[0005] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Windkraftanlage der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, dass nicht nur der Wirkungsgrad verbessert werden kann, sondern auch Montage- und Wartungsarbeiten gefahrlos durchgeführt werden können.

[0006] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass den einzelnen Windturbinen in Anströmrichtung eine Leiteinrichtung mit einander bezüglich des Strömungskanals gegenüberliegenden, je für sich verschwenkbaren Leitwänden vorgelagert ist, die im Bereich ihrer von der Windturbine abgewandten Stirnseite an der zugehörigen Kanalwand schwenkbar gelagert und zwischen einer im Wesentlichen in Richtung der zugehörigen Kanalwand verlaufenden Ausgangsstellung und einer zueinander geschwenkten, den Strömungskanal schließenden Endstel-

lung zumindest schrittweise verlagerbar sind.

[0007] Durch das Vorsehen einer zusätzlichen, den Windturbinen vorgelagerten Leiteinrichtung kann die Gesamtströmung durch den Strömungskanal beeinflusst werden, wobei sich in der in Richtung der Kanalwand verlaufenden Ausgangsstellung der einander gegenüberliegenden Leitwände eine unbehinderte Kanalströmung ausbilden kann. Mit einer zunehmenden Verschwenkung der einander gegenüberliegenden Leitwände wird der freie Strömungsquerschnitt zunehmend mit der Wirkung verkleinert, dass sich eine gegen die Windturbinen zunehmend beschleunigende Kanalströmung einstellt. Über eine entsprechende Steuerung der Schwenkverstellung der Leitwände lässt sich somit die Anströmgeschwindigkeit der Windturbinen weitgehend konstant halten, was sich günstig auf den Wirkungsgrad der Windkraftanlage auswirkt. Mit Hilfe der zueinander verschwenkbaren Leitwände lässt sich außerdem der Strömungskanal sperren, sodass Montage- und Wartungsarbeiten ohne Windgefährdung innerhalb des Strömungskanals durchgeführt werden können.

[0008] Die Strömungsgeschwindigkeit in einem Strömungskanal zwischen zwei Bauwerken steigt vom Boden nach oben hin an. Dies bedeutet bei einer Forderung nach weitgehend gleichen Anströmgeschwindigkeiten aller Windturbinen, dass die Leiteinrichtung je für sich verschwenkbare Leitwände im Bereich der einzelnen Windturbinen aufweisen muss, sodass durch diese einander gegenüberliegenden, den einzelnen Windturbinen vorgelagerten Leitwände die jeweiligen Strömungsverhältnisse im Bereich der einzelnen Windturbinen zur Steuerung der Anströmgeschwindigkeit berücksichtigt werden können.

[0009] Die Zuordnung voneinander unabhängig verstellbarer Leitwände zu den einzelnen Windturbinen schafft außerdem die Möglichkeit, den Strömungskanal zwischen den den einzelnen Windturbinen zugeordneten Leitwänden der Höhe nach durch wenigstens eine Trennwand zu unterteilen. Diese Unterteilung schafft eine vorteilhafte Voraussetzung dafür, den Strömungskanal nur im Bereich einer bzw. im Bereich einer Gruppe von Windturbinen zu sperren, je nach der Anordnung einzelner Trennwände. Außerdem können die Teilströme zu den einzelnen Windturbinen durch eine solche Aufteilung des Strömungskanals in Teilkanäle besser geführt werden.

[0010] Besonders vorteilhafte Konstruktionsbedingungen ergeben sich, wenn die Leitwände wenigstens zwei miteinander parallel zur Schwenkachse der Leitwände gelenkig verbundene Abschnitte aufweisen, die gegeneinander schwenkverstellbar sind. Durch diese gegeneinander schwenkverstellbaren, miteinander gelenkig verbundenen Leitwandabschnitte lassen sich nämlich Düsenverhältnisse einstellen, die aufgrund einer bezüglich der Kanalströmung abnehmenden Neigung der in Strömungsrichtung aufeinanderfolgenden Leitwandabschnitte eine verbesserte laminare Anströmung der Windturbinen erlauben.

[0011] Strömungskanäle zwischen je zwei Bauwerken werden in Bezug auf eine vorgegebene Hauptwindrichtung ausgerichtet, die sich häufig in einem Tag-Nacht-Rhythmus um 180° dreht. Es empfiehlt sich in einem solchen Fall, gegensinnig anströmbare Windturbinen einzusetzen und den Strömungskanal auf beiden Seiten der Windturbinen mit je einer zusätzlichen Leiteinrichtung zu versehen, um die dadurch gegebenen Steuerungseingriffe auch in beiden Anströmrichtungen nützen zu können.

[0012] In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

[0013] Fig. 1 eine erfindungsgemäße Windkraftanlage in einem schematischen Längsschnitt durch den Strömungskanal,

[0014] Fig. 2 diese Windkraftanlage in einer Ansicht in Längsrichtung des Strömungskanals und

[0015] Fig. 3 eine zum Teil aufgerissene Draufsicht auf eine solche Windkraftanlage.

[0016] Das dargestellte Ausführungsbeispiel umfasst eine Windkraftanlage, die einen sich zwischen den einander zugewandten Außenwänden zweier Bauwerke 1 ergebenden Strömungskanal 2 ausnützt. Zu diesem Zweck sind im Strömungskanal 2 über dessen Höhe verteilt

Windturbinen 3 angeordnet, die jeweils in einem den Strömungskanal 2 in Querrichtung durchsetzenden Träger 4 gelagert sind. Die Windturbinen 3 weisen einen axial durchströmten Turbinenrotor 5 mit radialen Rotorflügeln auf, die ein Flügelprofil nach Art eines Tragflügels bilden. Den Windturbinen 3, die von einander entgegengesetzten Seiten axial angeströmt werden können und zu diesem Zweck mit um 180° um ihre Längsachse verstellbaren Rotorflügeln 6 ausgerüstet sind, ist in beiden Anströmrichtungen jeweils eine düsenartige Leiteinrichtung vorgelagert. Diese sich zwischen den durch die Außenwände der beiden Bauwerke 1 gebildeten Kanalwände 8 erstreckenden, düsenartigen Leiteinrichtungen 7 unterteilen die sich im Strömungskanal 2 zwischen einem Boden 9 und einer den Strömungskanal 2 nach oben abschließenden Decke 10 ausbildende Kanalströmung in die einzelnen Windturbinen 3 beaufschlagende axiale Teilströme.

[0017] Aufgrund der einerseits durch den Strömungskanal 2, der zwischen den Kanalwänden 8 gemäß der Fig. 3 eine Laval-Düse darstellt, und andererseits durch die düsenartigen Leiteinrichtungen 7 bestimmten Strömungsbedingungen, können sich je nach den äußeren Windverhältnissen hohe Strömungsgeschwindigkeiten ergeben, die erforderliche Montage- und Wartungsarbeiten gefährden können. Außerdem ist in Abhängigkeit von den äußeren Windverhältnissen mit stark unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich der Windturbinen 3 zu rechnen. Um diesen unterschiedlichen Betriebsbedingungen Rechnung tragen zu können, wird den feststehenden Leiteinrichtungen 7 auf jeder Seite des Strömungskanals 2 eine zusätzliche Leiteinrichtung 11 vorgelagert. Diese Leiteinrichtungen 11 umfassen einander bezüglich des Strömungskanals 2 gegenüberliegende Leitwände 12, die im Bereich ihrer von den Windturbinen 3 abgewandten Stirnseite 13 an der zugehörigen Kanalwand 8 schwenkbar gelagert sind. Die durch Lager 14 bestimmte Schwenkachse ist in den Fig. 2 und 3 mit 15 bezeichnet.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Leitwände 12 in zwei parallel zur Schwenkachse 15 gelenkig verbundene Abschnitte unterteilt, von denen der von der Schwenkachse 15 entferntere, freie Abschnitt mit 16 bezeichnet ist. Durch diese gelenkige Unterteilung kann für die Leitwände 12 in ihrer jeweiligen Stellung ein strömungstechnisch günstiger Verlauf sichergestellt werden, wie dies insbesondere der Fig. 3 entnommen werden kann.

[0019] Da sich über die Höhe des Strömungskanals 2 eine Verteilung der Strömungsgeschwindigkeiten ergibt, die nach oben ansteigen, sind den einzelnen Windturbinen 3 je für sich verstellbare, einander gegenüberliegende Leitwände 12 zugeordnet, wie dies in den Fig. 1 und 2 angedeutet ist. Damit wird eine auf die einzelnen Windturbinen 3 abgestimmte Steuerung der Turbinenanströmung möglich. Eine solche Unterteilung der Leiteinrichtung 11 in je für sich ansteuerbare Leitwandabschnitte für jede Windturbine 3 ist allerdings nicht zwingend. So könnten auch Leitwände 12 eingesetzt werden, die allen oder nur einer Auswahl von Windturbinen 3 gemeinsam sind.

[0020] Aufgrund der Anordnung von den einzelnen Windturbinen 3 jeweils zugeordneten Leitwänden 12 ergibt sich die Möglichkeit, den Strömungskanal 2 zwischen den den einzelnen Windturbinen zugeordneten Leitwänden 12 der Höhe nach durch Trennwände 17 zu unterteilen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind solche Trennwände 17 zwischen den Leitwänden 12 für die unterste und die mittlere der drei übereinander angeordneten Windturbinen 3 dargestellt. Selbstverständlich könnten solche Trennwände 17 auch zwischen den Leitwänden 12 für die beiden oberen Windturbinen 3 vorgesehen sein. Obwohl die Trennwände 17 auf beiden Seiten der Windturbine 3 den Strömungskanal 2 der Höhe nach unterteilen, ist dies nicht zwingend. Um die unterste Windturbine 3 abzuschotten, genügt es, den durch diese Windturbine 3 strömenden Anteil der Kanalströmung zu sperren, wofür eine Abschottung entweder auf der Anström- oder der Abströmseite ausreicht. Es braucht daher die Trennwand 17 nur auf einer Windturbinenseite angeordnet zu werden, um beispielsweise während des Betriebs der oberen Windturbinen 3 Wartungsarbeiten an der unteren Windturbine 3 vornehmen zu können.

[0021] Bei einer angenommenen Anströmrichtung 18 kann zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Windturbinen 3 die Leiteinrichtung 11 in Anströmrichtung durch ein Einschwenken der Leitwände 12 in den Strömungsweg des Strömungskanals 2 so verlagert

werden, dass sich ein verkleinerter Strömungsquerschnitt und damit eine entsprechende Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit ergibt. Die gegenüber den anlenkseitigen Abschnitten der Leitwände 12 verschwenkten, freien Abschnitte 16 der Leitwände 12 sorgen für eine vorteilhafte, weitgehend wirbelfreie Strömungsbildung. Werden die freien Abschnitte 16 der Leitwände 12 in die strichpunktiert angedeutete Strecklage der Leitwände 12 verschwenkt, so wird der Strömungskanal 2 geschlossen. Durch die Trennwände 17 wird, wie bereits angedeutet, die Möglichkeit geschaffen, ein Abschotten des Strömungskanals 2 im Bereich einer einzigen Windturbine 3 bzw. in eine Gruppe von Windturbinen vorzunehmen.

[0022] Die Leitwände 12 auf der der Anströmrichtung 18 abgewandten Seite der Windturbinen 3 befinden sich in ihrer Ausgangsstellung, die im Wesentlichen entlang der Kanalwand 8 verläuft, um im Abströmbereich keine zusätzlichen Strömungswiderstände zu schaffen. Durch ein Verstellen der gelenkig unterteilten Leitwände 12 zwischen der den Strömungsquerschnitt des Strömungskanals 2 freigebenden Ausgangsstellung und der den Strömungskanal sperrenden Endstellung können somit die jeweiligen äußeren Windverhältnisse vorteilhaft für eine gleichmäßigere Anströmung der Windturbinen 3 berücksichtigt werden.

Patentansprüche

1. Windkraftanlage mit einem Strömungskanal (2) zwischen zwei Kanalwänden (8), von denen zumindest eine eine Außenwand eines Bauwerks (1) bildet, und mit innerhalb des Strömungskanals (2) gelagerten, über die Höhe des Strömungskanals (2) verteilten, axial durchströmten Windturbinen (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass den einzelnen Windturbinen (3) in Anströmrichtung (18) eine Leiteinrichtung (11) mit einander bezüglich des Strömungskanals (2) gegenüberliegenden, je für sich verschwenkbaren Leitwänden (12) vorgelegt ist, die im Bereich ihrer von der Windturbine (3) abgewandten Stirnseite (13) an der zugehörigen Kanalwand (8) schwenkbar gelagert und zwischen einer im Wesentlichen in Richtung der zugehörigen Kanalwand (8) verlaufenden Ausgangsstellung und einer zueinander geschwenkten, den Strömungskanal (2) schließenden Endstellung zumindest schrittweise verlagerbar sind.
2. Windkraftanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Strömungskanal (2) zwischen den den einzelnen Windturbinen zugeordneten Leitwänden (12) der Höhe nach durch wenigstens eine Trennwand (17) unterteilt ist.
3. Windkraftanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leitwände (12) wenigstens zwei miteinander parallel zur Schwenkachse (14) der Leitwände (12) gelenkig verbundene Abschnitte (16) aufweisen, die gegeneinander schwenkverstellbar sind.
4. Windkraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei gegensinnig anströmbaren Windturbinen (3) der Strömungskanal (2) auf beiden Seiten der Windturbinen (3) je eine Leiteinrichtung (11) aufweist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

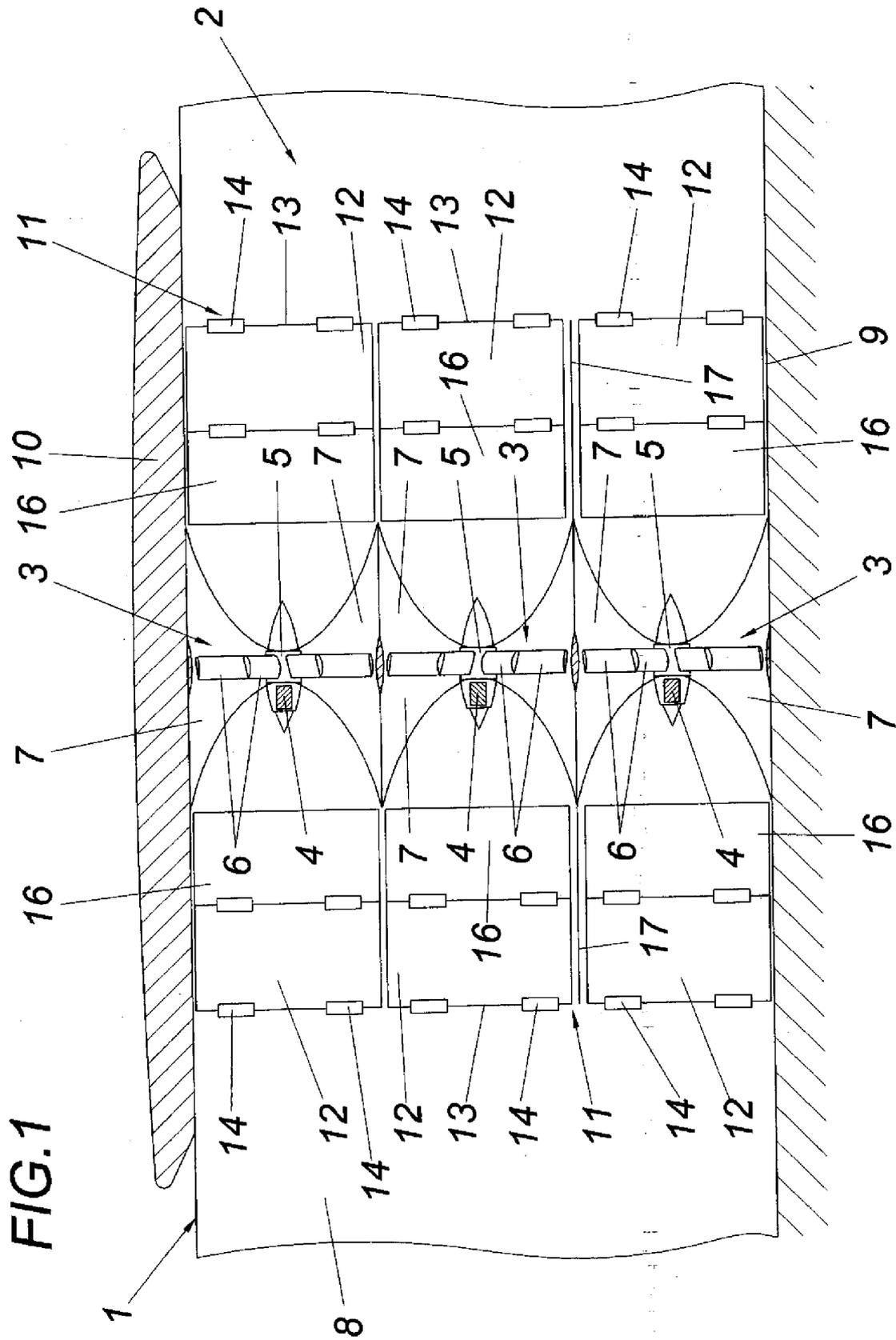


FIG.2

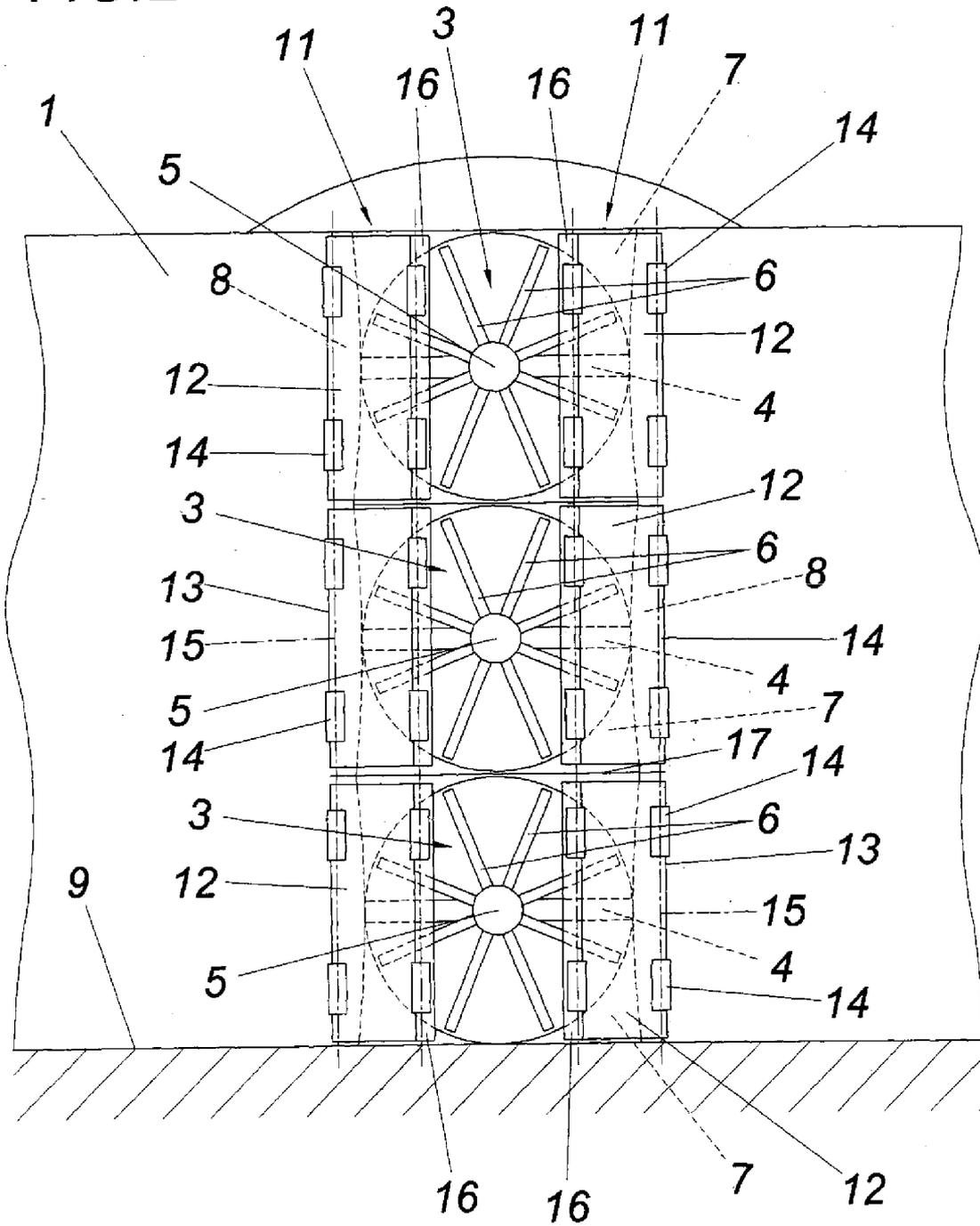


FIG.3

