



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **328044**

(13) **B1**

NORGE

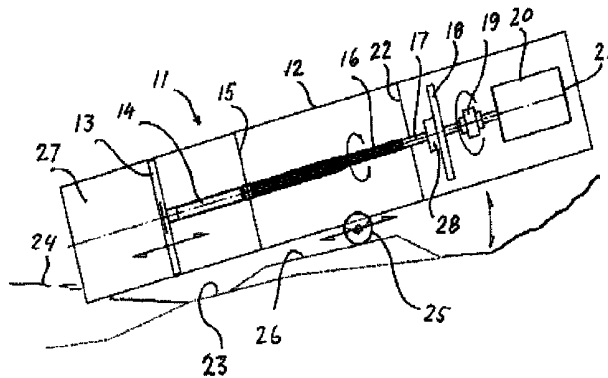
(51) Int Cl.
F03B 13/18 (2006.01)

Patentstyret

(21) Søknadsnr	20080605	(86) Int.inng.dag og søknadsnr	
(22) Inng.dag	2008.02.01	(85) Videreføringssdag	
(24) Løpedag	2008.02.01	(30) Prioritet	
(41) Alm.tilgj	2009.08.03		
(45) Meddelt	2009.11.16		
(73) Innehaver	Reidar Vårdal, Trollsvingen 29, 6511 KRISTIANSUND N		
(72) Oppfinner	Reidar Vårdal, 6523 FREI		
(74) Fullmektig	Curo AS, Industriveien 53, 7080 HEIMDAL		

(54) Benevnelse	Framgangsmåte for omforming av bølgeenergi, kraftverksenhet for å gjennomføre denne framgangsmåten, samt bølgekraftverk
(56) Anførte publikasjoner	US 1008682, EP 1930597 A2, US 6109029, US 6184590 B1, WO 2007/137426 A1, JP 58148279, WO 99/51877, WO 2006/113855 A2
(57) Sammendrag	

Framgangsmåte for konvertering av bølgeenergi til en energiform som kan tilføres et nett, særlig til elektrisk energi. Vannbølgene føres inn i en kanal 27 med et aksialt bevegelig stempel 13 som er forbundet med en rotasjonsomformer 14, 16. Denne er tilkoblet en omformer 20 for generering av overførbar energi, særlig elektrisk. En kraftverksenhet for gjennomføring av denne framgangsmåten omfatter et stempel 13 som er opptatt aksialt forskyvbart i en rørformet kanal 12 og hvis stempelstang 14 er forbundet med en rotasjonsomformer, for eksempel ved at stempelstanga har en rørformet del med innvendige gjenger, som er forbundet med en kuleskrue 16 som er forbundet med en utgående aksel 17.



Framgangsmåte for omforming av bølgeenergi, kraftverksenhet for å gjennomføre denne framgangsmåten, samt et bølgekraftverk

5

Oppfinnelsen gjelder en framgangsmåte for omforming av bølgeenergi som angitt i innledningen til patentkrav 1, en kraftverksenhet for å gjennomføre denne framgangsmåten som angitt i innledningen til patentkrav 4, samt et bølgekraftverk som angitt i innledningen til patentkrav 11.

Bakgrunn

Det har lenge vært gjort forsøk på å utvikle hensiktsmessige bølgekraftverk. I de seinere år er det dukket opp et stort antall forslag til konverteringskonsepter som på forskjellige måter vil omforme bevegelsesenergien i vannbølger til elektrisk eller hydraulisk energi, i det følgende kalt elektrisk kraft. Det kan skilles mellom punktbaserte og linjebaserte anlegg, overskyllingsanlegg og anlegg hvor ei svingende vannsøyle driver en turbin.

De vanligste av de eksisterende konseptene er knyttet til flytelegemer plassert i åpen sjø og på en eller annen måte koblet sammen med hydrauliske pumper eller elektriske generatorer som drives når flytelegemet beveges opp og ned. Denne typen bølgekraftverk krever et visst område i åpen sjø. Derfor blir de sårbare for påkjenning av vind og vær samtidig som de hindrer skipstrafikk. Energiopptaket i slike bølgekraftverk er lavt og det har til nå ikke vært mulig å oppnå en tilfredsstillende forhold mellom kostnader og ytelse.

25

Det er også kjent å bygge plattformer som bærer flottører for drift av generatorer. Kostnadene ved slike plattformer har også gitt for lavt EROEI ("energy return on energy investment"). Dessuten vil slike kraftanlegg være utsatt for skade ved storm.

30 Det er også kjent kystbaserte bølgekraftverk, basert på oppsamling av vann fra bølgene i reservoar over havnivå og med vannturbiner for drift med det oppsamlete vannet. Heller ikke disse har vist seg hensiktsmessige for praktisk bruk, hovedsakelig på grunn av høye kostnader.

35

Formål

Hovedformålet med oppfinnelsen er å skape et nytt konsept for energikonvertering, som kan danne grunnlag for et bølgekraftverk som tåler all slags vær. Dessuten må det gi tilfredsstillende energiproduksjon i forhold til investering og driftskostnader.

5

Det er også et formål å skape et bølgekraftverk som ikke etterlater praktiske eller uestetiske hindringer i trafikkområder på sjøen, og som kan være til hinder for fiske og annen aktivitet til sjøs.

- 10 Det er et særlig formål å skape et modulært bygget bølgekraftverk, som er sammensatt av enkeltenheter som på hensiktsmessig måte kan bygges sammen til kraftverksanlegg med varierende størrelse, tilpasset geografi og bølgeforhold i det enkelte sjøområde.

- 15 Det er videre et formål å skape et slikt bølgekraftverk, som kan tilpasses varierende bølgeforhold og driftsvilkår, medregnet tidevannsvariasjoner.

Det er også et formål å skape kraftverksenheter som kan tilvirkes rasjonelt og rimelig fabrikkmessig og som kan samles til et kraftverksanlegg på egnete steder og som kan vedlikeholdes og eventuelt repareres på en enkel måte.

20

Endelig er det et formål å skape et bølgekraftverk som på en enkelt måte kan føres ut av sjøområdet eller i det minste ut av påvirkningsområdet for bølgene i perioder da bølgepåvirkningen kan forårsake skade, for eksempel ved storm.

25 **Oppfinnelsen**

- Oppfinnelsen er angitt i patentkravene. Den gjelder primært en framgangsmåte for konvertering av bølgeenergi til en energiform som kan tilføres et energinett, særlig elektrisk, hvor vannbølger føres i kontakt med et bevegelig element som er forbundet med en energiomformer, særlig en elektrisk generator. Vannbølgene føres inn i en rørformet
- 30 kanal med et aksialt bevegelig stempel som er forbundet med en rotasjonsomformer tilkoblet en omformer for generering av overførbar energi, særlig elektrisk.

- Energien i bølgebevegelsen avtar etter hvert som bølgene nærmer seg land og kommer inn over grunnere vann. Det har derfor ikke vært ansett mulig å oppnå økonomiske
- 35 energikonvertering i dette området. Oppfinnelsen gjør dette mulig, hovedsakelig fordi enhetene kan bygges og drives på en enkel og rimelig måte og fordi en ikke krever de kostbare vernetiltak mot storm som kjente bølgekraftverk har vært avhengige av.

Detaljer ved denne framgangsmåten er angitt i patentkrav 2, hvor rotasjonsomformerer avgir sin energi til et drivhjul som er felles for flere aksialt bevegelige stempel i en oppstilling av flere ens kraftverksenheter, og at dette drivhjulet driver en elektrisk generator eller ei pumpe.

5

I følge patentkrav 3 er det en fordel dersom det aksialt bevegelige stempellet og dets omsluttende rørformete kanal styres i lengderetning og med hensyn på helningsvinkel i forhold til bølgefronten.

10 For å gjennomføre framgangsmåten i samsvar med oppfinnelsen, kan det brukes en kraftverksenhet som angitt i patentkrav 4. Denne omfatter et stempel som er opptatt aksialt forskyvbart i en rørformet kanal og hvis stempelstang er forbundet med en rotasjonsomformer. Rotasjonsomformerer kan være en kuleskrue anordnet som angitt i patentkrav 5.

15

For å gi kraftverksenheten en hensiktsmessig form, med tanke på produksjon, transport, montering og eventuelt sammenbygging, er det hensiktsmessig å utforme den som angitt i patentkrav 6, hvor den er opptatt i en rørformet kanal, fortrinnsvis med kvadratisk tverrsnitt, med en tverrvegg som avgrenser et fremre stempelkammer og som tjener som bærer for et aksiallager for stempelstanga.

20

Videre er det en fordel for utjevningen av bølgeslagene, dersom kraftverksenheten som angitt i patentkrav 7, har en utgående aksel som bærer eller er forbundet med et svinghjul over en frihjuls mekanisme, som kan være integrert med svinghjulet.

25

Den utgående akselen kan også være utformet, som angitt i patentkrav 8, innrettet til å gripe inn med et tannhjul eller lignende rotasjonsdel, som er felles for flere kraftverksenheter. Frihjuls mekanismen vil da være integrert i akselen eller dens tilknytning til rotasjonsdelen.

30

Ytterligere detaljer ved kraftverksenheten i samsvar med oppfinnelse er angitt i patentkrav 9, hvor den er innrettet for å være aksialt forskyvbart båret, fortrinnsvis med fjernstyring av bevegelsen, på en skrå bærer i en strandkant.

35 Videre kan den være vippebar, fortrinnsvis med fjernstyring, om en tversgående akse, for å kunne innstille fronten mot bølgeinngangen, slik det er angitt i patentkrav 10.

For å kunne bygge større kraftanlegg er det hensiktsmessig dersom flere kraftverksenheter i samsvar med et av patentkravene 4 til 10, er anordnet i en tettstilt oppstilling med minst to enheter i høyden og minst to enheter i bredden. Et gunstig eksempel er en sammenstilling av 3x3 kraftverksenheter som driver et felles svinghjul og en felles generator. En slik batterimessig oppstilling vil forenkle monteringen og gi mulighet for felles styring av flere kraftverksenheter under ett.

Det er også mulig å anordne flere kraftverksenheter med aksene generelt vertikalt, båret av en sjøbasert struktur, så som en plattform eller et kaianlegg.

Ytterligere detaljer ved oppfinnelsen vil framgå av den etterfølgende eksempelbeskrivelsen.

Eksempel

Oppfinnelsen er nedenfor beskrevet nærmere under henvisning til tegningene, hvor Figur 1 viser et vertikalt lengdesnitt gjennom en utførelsesform av en kraftverksenhet i samsvar med oppfinnelsen, mens Figur 2 viser et perspektivriiss av et bølgekraftverk i samsvar med oppfinnelsen, satt sammen av flere kraftverksenheter som vist i Figur 1.

Kraftverksenheten 11 i Figur 1 er bygd opp med en rørformet kanal 12 med kvadratisk tverrsnitt. Den rørformete kanalen 12 tjener som hus for det utstyret som fanger opp bølgeenergien og omformer den til elektrisk eller en annen form for energi som kan tilføres et energinett, for eksempel hydraulisk eller varmeenergi opptatt i et fluidum.

Den elektriske energien kan overføres over land eller i vannet, for å bli matet inn i et eksisterende kraftnett eller brukes i et eget kraftnett. Det siste er særlig aktuelt på øyer og i andre områder hvor det mangler et kraftnett for mottak av bølgekraft. I slike områder kan det lages egne kraftnett basert på en kombinasjon av bølgekraftverk og en eller flere av strømaggregat, tidevannskraftverk og vindmøller. I noen tilfeller kan også egne vannfallskraftverk inngå i et slikt lokalt nett.

Hver kraftverksenhet 11 har i den rørformete kanalen 12 innsatt et stempel 13 vendt mot kanalens åpne, sjøvendte ende. Stempelet 13, som er tilpasset åpningen i den rørformete kanalen 12, bæres på ei rørformet stempelstang 14 som er forskyvbart opplagret i en tverrvegg 15 inne i kanalen 12,

Ved en alternativ utførelsesform kan stampelet være sirkulært og opptatt i en rørformet kanal.

5 Stempelstanga 14 danner utvendig del på en kuleskrue 16, slik at aksial bevegelse av stampelet omformes til rotasjonsmoment på kuleskruens 16 utgående akselende 17. Akselenden 17 er påsatt et svinghjul 18 med en frihjulsmechanisme 28, og over en flenskobling 19 eller liknende forbundet med en elektrisk generator 20. Den elektriske generatoren ligger ved den indre enden av kanalen 12, som er lukket med en endevegg 21. Opptil kuleskruen 16 er akselenden 17 støttet av en tverrvegg 22 med et lager.

10

Den rørformete kanalen 12 med sitt stempel 13 og tilhørende konverteringsutstyr er i eksemplet anbragt i ei strandsone, det vil si i et skråtløpende strandområde 23 ned mot vannivå 24. I den viste utførelsesformen er strandområdet 23 tilpasset med en skråtløpende sokkel 26, som kan omfatte skinner, for å danne løpebane for et par 15 sidestilte hjul 25.

20

For å sikre returbevegelsen av stampelet 13 etter innskyving, kan det være anordnet en skruefjor rund den utgående akselen, som virker kombinert som demper og som returkraft. I stedet for eller i tillegg til denne, kan det lages åpninger i stampelet som slipper gjennom en vannmengde som ved enden av inn-slaget virker som demper og som deretter fører stampelet ned mot utgangsstillingen før neste bølge slår inn.

25

Det kan vise seg hensiktsmessig å tilrettelegge strandsona med ledestrukturer som samler bølgene inn mot åpningen til den rørformete kanalen 12.

30

Kraftverksenheten 11 er tilknyttet midler for å bevege kraftverksenheten 11 i dens lengderetning på sokkelen 24 og dessuten vippe den om akselen som dannes av hjulene 25. Det kan for eksempel brukes elektromekaniske mekanismer basert på kjent teknologi.

35

Når ei bølge slår mot strandområdet 23 vil den ved riktig innstilt retning på den rørformete kanalen møte stampelet 13 og presse dette inn i kanalen 12. Stampelets 13 utgangsstilling tilsvarer den som er vist i Figur 1, inntrukket et stykke inn den rørformete kanalen 12, slik at det dannes et stempelkammer 27 som kan samle opp støtenergien i ei strandbølge og lede den mot stampelet 13.

Kraftverksenheter som beskrevet kan tilvirkes i fabrikk og transporteres til anleggsstedet ferdig til oppstilling, slik det vil bli gitt eksempler på nedenfor. Dimensjonen på den

rørformete kanalen kan for eksempel være 0,5 – 2,0 meter i kvadrat eller rektangel, for eksempel 1,25 x 1,25 meter. Lengden på den fremre delen av stempelkammeret 27 kan være 1 meter, slaglengden på stempelet 2- 3 meter og lengden på generatorhuset kan være 2 meter.

5

En slik kraftverksenhet kan tilpasses med mekaniske og elektriske dimensjoner, slik at den kan brukes for å gi strømforsyning til små nett, enkeltforbrukere og til kraftforsyning for utstyr som befinner seg isolert i eller ved sjøen.

- 10 I Figur 2 er det vist et kraftverk bygd opp med kraftverksenheter i samsvar med oppfinnelsen. I eksemplet er det vist flere kraftverksenheter 11 som er bygget sammen i ei rekke for plassering langs et strandområde, med to kraftverksenheter i høyden. I Figur 2 er det vist et utsnitt på fem slike par av kraftverksenheter plassert side om side, etter hverandre, men dette antallet kan tilpasses et strandområde, med vilkårlig lengde. En slik
- 15 sammenstilling kan kalles et kraftverksbatteri og flere slike kraftverksbatteri kan plasseres i en kjede for styring fra en felles sentral og for mating av et felles nett.

- Ved en alternativ utførelsesform er de enkelte utgående akslene 17 fra flere kraftverksenheter koblet mekanisk sammen, for felles drift av en elektrisk generator. For
- 20 eksempel kan fire akselender 17 over hver sin frihjuls mekanisme stå i inngrep med et felles svinghjul som igjen driver en felles elektrisk generator.

- Ved en særlig aktuell utførelsesform er 3x3 kraftverksenheter satt sammen i et kraftverksbatteri, med en felles generator og et felles svinghjul.

25

Kraftverket i samsvar med oppfinnelsen er primært beregnet for installering i en naturlig strandkant. Men det er også mulig å plasseres det på moloer, ved kaier, ved plattformer til sjøs og på spesielt oppbygde bærestrukturer som kan være forankret på søyler til sjøbunnen.

30

Oppfinnelsen er knyttet til generering av elektrisk energi. Det kan imidlertid finnes bruksområder, der rotasjonsenergien blir tilført ei pumpe eller en kompressor som mater trykkmedium inn i en krets hvor dette kan brukes for drift av motorer. Dette kan for eksempel være aktuelt ved bruk av oppfinnelsen opptil plattformer til sjøs.

35

Det er også mulig å la rotasjonsenergien varme opp ei væske for sirkulasjon i et nett, men for de fleste formål vil dette være en mindreverdige form for energi, med dårlige overføringsegenskaper.

- 5 Posisjoneringen av et slikt kraftanlegg eller en enkelt kraftverksenhet kan styres med en styrekrets som mottar signal fra en bølgemåler, en effektmåler og en støtmåler. Hovedformålet med en slik styrekrets, for eksempel med et PLS-system, vil være å sikre optimal posisjon, medregnet høyde og skråstilling, for å maksimere effektuttaket. Dessuten vil den kunne omfatte styringsfunksjoner for å parkere et slikt anlegg i passiv og
- 10 sikker stilling ved storm og/eller andre påkjenninger som skaper risiko for skade, for eksempel høyvann.

- I noen tilfeller kan det være hensiktsmessig å utforme en "garasje" i sikker avstand fra standkanten, for parkering av anlegget utilgjengelig for bølger. Kraftverksanlegget vil da
- 15 ha førings Skinner på sidene for styring av posisjonen ved innkjøring og utkjøring.

Den etterfølgende patentkravene skal omfatte de varianter og alternativer som er angitt i beskrivelsen ovenfor.

Patentkrav

1. Framgangsmåte for konvertering av bølgeenergi til en energiform som kan tilføres et energinett, hvor vannbølgene føres i kontakt med et bevegelig element som er forbundet med en energiomformer, **5** **karakterisert ved at** vannbølgene føres inn i en rørformet kanal (27) med et aksialt bevegelig stempel (13) som er forbundet med en rotasjonsomformer (14, 16) tilkoblet en omformer (20) for generering av energi som kan overføres til et energinett, særlig elektrisk eller hydraulisk.
- 10 2. Framgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved at** rotasjonsomformeren (14, 16) avgir sin energi til et drivhjul som er felles for flere aksialt bevegelige stempel i en oppstilling, og at dette drivhjulet driver en elektrisk generator (20) eller ei pumpe.
- 15 3. Framgangsmåte i samsvar med patentkrav 1 eller 2, **karakterisert ved at** det aksialt bevegelige stempelet (13) og dets omsluttende rørformete kanal (27) styres i lengderetning og med hensyn på helningsvinkel i forhold til bølgefronten.
- 20 4. Kraftverksenhet for gjennomføring av framgangsmåten angitt i patentkrav 1, **karakterisert ved at** den omfatter et stempel (13) som er opptatt aksialt forskyvbart i en rørformet kanal (12) og hvis stempelstang (14) er forbundet med en rotasjonsomformer (14, 16).
- 25 5. Kraftverksenhet i samsvar med patentkrav 4, **karakterisert ved at** stempelstanga (14) er integrert eller forbundet med en rørformet del med innvendige gjenger, som er forbundet med en kuleskrue (16) som danner eller er forbundet med en utgående aksel (17).
- 30 6. Kraftverksenhet i samsvar med patentkrav 4 eller 5, **karakterisert ved at** den rørformete kanalen (12), fortrinnsvis har kvadratisk tverrsnitt, med en tverrvegg (15) som avgrenser et fremre stempelkammer (27) og som tjener som bærer for et aksiallager for stempelstanga (14).
- 35 7. Kraftverksenhet i samsvar med et av patentkravene 4 til 6, **karakterisert ved at** den utgående akselen bærer eller er forbundet med et svinghjul (18) over en frihjuls mekanisme (28).

8. Kraftverksenhet i samsvar med et av patentkravene 4 til 7, **karakterisert ved at** den utgående akselen (17) er innrettet til å gripe inn med et tannhjul eller lignende rotasjonsdel, som er felles for flere kraftverksenheter.
- 5 9. Kraftverksenhet i samsvar med et av patentkravene 4 til 8, **karakterisert ved at** den er innrettet for å være aksialt forskyvbart båret, fortrinnsvis med fjernstyring av bevegelsen, på en skrå bærer (26) i en strandkant (23).
- 10 10. Kraftverksenhet i samsvar med patentkrav 9, **karakterisert ved at** den er vippbar, fortrinnsvis med fjernstyring, om en tversgående akse, for å kunne innstille fronten mot bølgeinngangen.
- 15 11. Bølgekraftverk, for generering av bølgekraft, **karakterisert ved at** det er satt sammen av flere kraftverksenheter i samsvar med et av patentkravene 4 til 10, hvor det er anordnet en tettstilt oppstilling med minst to enheter i høyden og minst to enheter i bredden.
12. Bølgekraftverk i samsvar med patentkrav 11, **karakterisert ved at** to eller flere kraftverksenheter (11) er drivforbundet med en felles generator eller pumpe.
- 20 13. Bølgekraftverk i samsvar med patentkrav 11, **karakterisert ved at** kraftverksenhetene er anordnet med aksene generelt vertikalt, båret av en sjøbasert struktur, så som en plattform eller et kaianlegg.

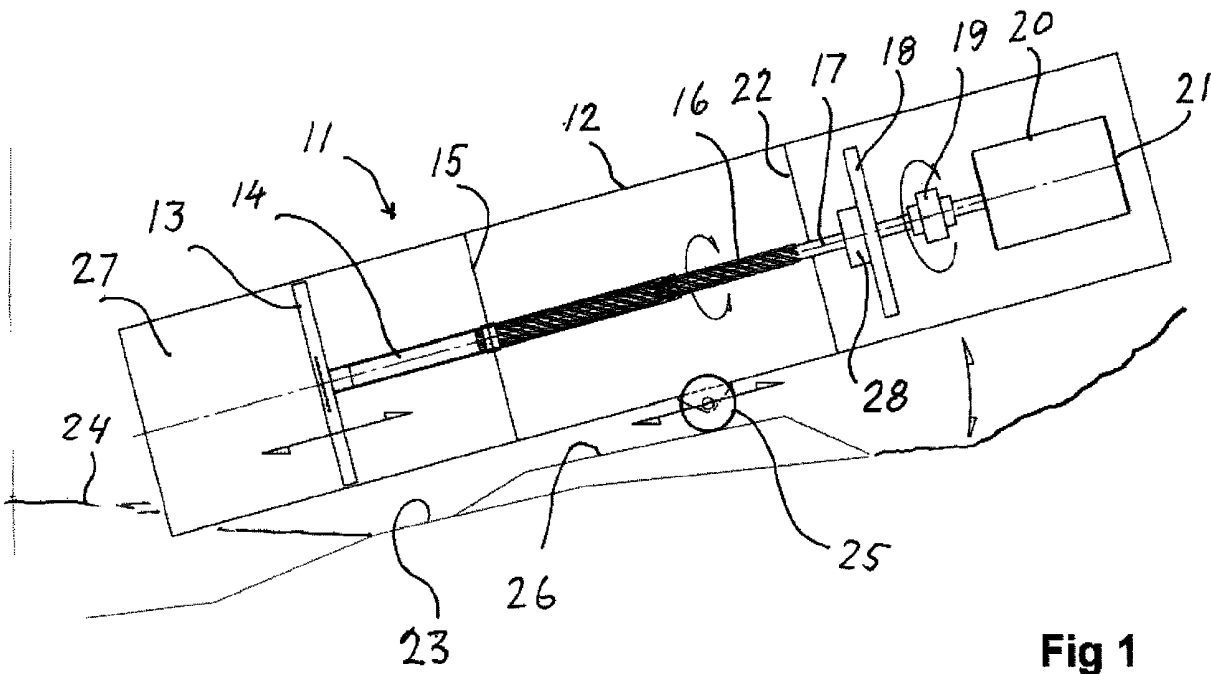


Fig 1

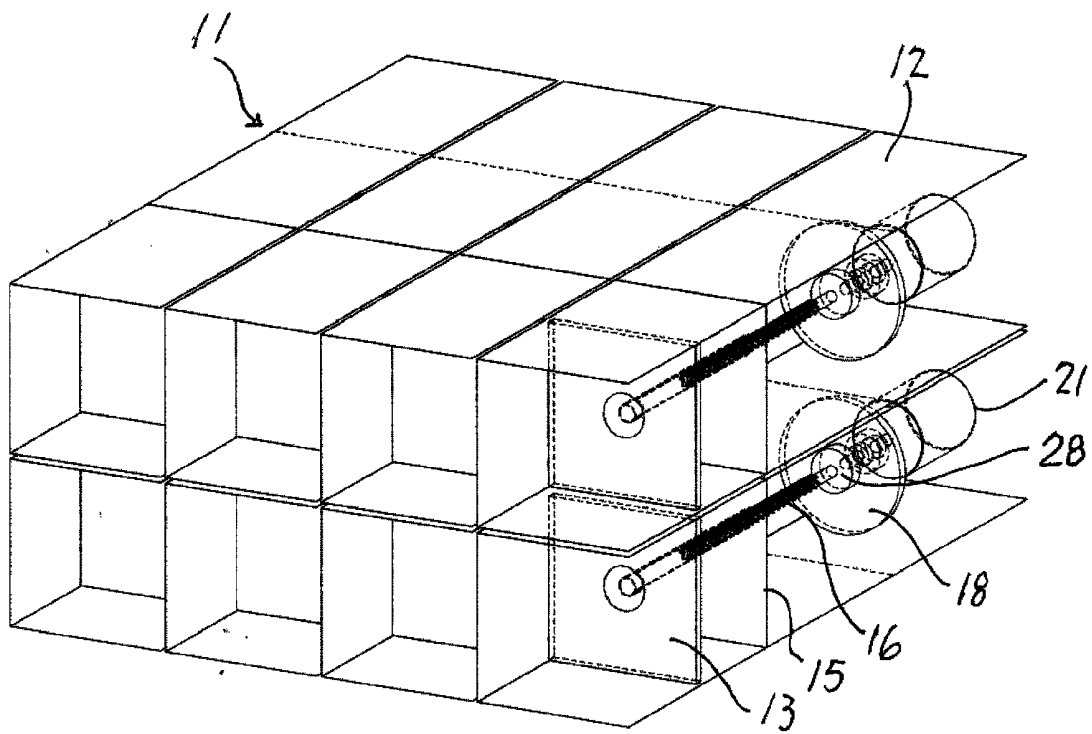


Fig 2