

**Opis**

## DZIEDZINA WYNALAZKU

**[0001]** Niniejszy wynalazek dotyczy systemu i sposobu szczytowo-pompowego magazynowania energii. W szczególności niniejszy wynalazek dotyczy systemu i sposobu szczytowo-pompowego magazynowania energii z użyciem płynu o dużej gęstości lub połączenia płynu o dużej gęstości i płynu o mniejszej gęstości, takiego jak woda, w celu zwiększenia mocy wyjściowej.

## TŁO

**[0002]** Energie odnawialne, takie jak te pozyskiwane ze słońca, wiatru i wody, są popularnymi formami energii do wytwarzania energii elektrycznej, ponieważ mają minimalny wpływ na nasze środowisko. Przykładowo energia odnawialna nie zanieczyszcza środowiska, tak jak emisje CO<sub>2</sub>. Chociaż energia odnawialna ma zalety, istnieją również wady. Przykładowo energia odnawialna jest silnie zależna od natury, która w najlepszym przypadku jest zawodna lub niepewna. Energia słoneczna wymaga światła słonecznego, na które mogą wpływać chmury; energia wiatrowa opiera się na wietrze, który może wiać i zaprzestać wiać; energia wodna opiera się na wodzie, która opiera się na ograniczonej liczbie dróg wodnych i ma wiele wyzwań. Ta zawodność lub niekonsekwencja energii odnawialnej przyczyniają się do braku równowagi pomiędzy podażą a popytem. Takie braki równowagi powodują ogromne wahania cen energii.

**[0003]** Konwencjonalna energia szczytowo-pompowa opiera się na wodzie spływającej z górnego zbiornika do dolnego zbiornika przez przewód doprowadzający. Woda następnie obraca turbinę, wytwarzając energię elektryczną, która jest przesyłana do sieci. Aby powtórnie ładować górny zbiornik, woda jest pompowana do przewodu doprowadzającego. Jako, że oprócz turbiny występuje pompa służąca do powtórzenia ładowania systemu, szczytowo-pompowe magazynowanie energii zapewnia możliwość sterowania i niezawodność. Stabilizuje to brak równowagi pomiędzy podażą a popytem, który jest nieodłączną cechą tradycyjnych odnawialnych źródeł energii. Ponadto ważną kwestią w przypadku konwencjonalnych systemów energii hydroelektrycznej i szczytowo-pompowego magazynowania jest zajmowana przestrzeń wymagana przez zbiorniki.

**[0004]** Dokument WO2015/118527A1 dotyczy systemu i sposobu pompowego magazynowania energii o dużej pojemności z użyciem płynu koloidalnego. System ten obejmuje co najmniej jeden akumulacyjny zbiornik zasobnikowy znajdujący się na dużej wysokości, który obejmuje wlot i wylot, oraz co najmniej jeden akumulacyjny zbiornik zasobnikowy znajdujący się na mniejszej wysokości, który obejmuje wlot i wylot. System ten obejmuje również połączenie z możliwością przepływu pomiędzy zbiornikami zasobnikowymi za pomocą jednego lub większej liczby przewodów doprowadzających wyposażonych w co najmniej jedno urządzenie do przekształcania dolnego przepływu płynu koloidalnego na energię mechaniczną lub elektryczną oraz środki transportu w celu dostarczania energii wyjściowej do odbiorców. System ten obejmuje ponadto jednostki sterujące, co najmniej jedną rurę powrotną łączącą, z możliwością przepływu, akumulacyjne zbiorniki zasobnikowe położone powyżej i poniżej, wyposażone w co najmniej jedną pompę w celu powrotu płynu koloidalnego ze zbiornika akumulacyjnego położonego na mniejszej wysokości do zbiornika akumulacyjnego położonego na większej wysokości z użyciem mocy dostępnej z zewnętrznego źródła energii elektrycznej podczas godzin niskiego zapotrzebowania odbiorców.

**[0005]** Dokument GB2511285A dotyczy systemu energii hydroelektrycznej z pompowym magazynowaniem. W systemie tym stosuje się elastyczne zbiorniki zasobnikowe typu bladder dla co najmniej jednego z górnych lub dolnych zbiorników. Umożliwia to zastosowanie pompowego magazynowania bez konieczności tworzenia dodatkowych zbiorników. Turbina/pompa może być umieszczona w możliwym do transportowania pojemniku. Rury PE

lub GRP o małej masie stosuje się do łączenia górnych i dolnych elastycznych zbiorników w celu ograniczenia do minimum kosztów kapitałowych i instalacyjnych.

[0006] Dokument WO92/19864 dotyczy systemu hydraulicznego. System ten obejmuje zawierające ciecz kolumny pierwszą i drugą. Ciecz obecna w drugiej kolumnie zawiera zawieszoną drobno rozdrobnionego materiału w postaci cząstek w celu zwiększenia jej ciężaru właściwego w stosunku do cieczy w pierwszej kolumnie. System ten obejmuje również środek do transportowania cieczy z drugiej kolumny do pierwszej kolumny, przy jednoczesnym zatrzymywaniu materiału w postaci cząstek w drugiej kolumnie, dzięki czemu wysokość cieczy w pierwszej kolumnie jest wyższa niż w drugiej kolumnie. System ten obejmuje ponadto środek do umożliwiania przelewania się cieczy z pierwszej kolumny oraz środek do utrzymywania poziomu cieczy w drugiej kolumnie.

[0007] Dokument EP0191516A1 dotyczy systemu magazynowania i odzyskiwania energii. System ten obejmuje górną komorę zawierającą płyn o małej gęstości, dolną komorę zawierającą płyn o dużej gęstości i urządzenie typu pompa-turbina. Płyn o mniejszej gęstości jest pompowany z górnej komory do dolnej komory w celu magazynowania energii. W rezultacie płyn o dużej gęstości jest wypierany z dolnej komory do górnej komory. Następnie pozwala się, aby płyn o dużej gęstości powrócił do dolnej komory, wypierając płyn o małej gęstości do górnej komory.

[0008] Niniejszy wynalazek dotyczy systemu i sposobu szczytowo-pompowego magazynowania energii o małej zajmowanej przestrzeni i dużej mocy wyjściowej.

#### **STRESZCZENIE**

[0009] Postacie wykonania dotyczą ogólnie niekonwencjonalnego systemu szczytowo-pompowego magazynowania i zastosowania systemu szczytowo-pompowego magazynowania. System ten ma mniejszą zajmowaną przestrzeń i większą gęstość energii niż konwencjonalne pompowe systemy energii hydroelektrycznej. W systemie tym stosuje się płyn o dużej gęstości i możliwe są różne konfiguracje, w których górne i dolne zbiorniki mogą znajdować się na tej samej wysokości. Pompy hydrauliczne i turbiny mogą być umieszczone na wyższym poziomie niż dolny zbiornik, na przykład na powierzchni nad podziemną kopalnią.

[0010] W szczególności, w jednym aspekcie, niniejszy wynalazek dostarcza system szczytowo-pompowego magazynowania, który obejmuje pierwszy zbiornik i drugi zbiornik. Pierwszy zbiornik jest skonfigurowany tak, aby zawierał płyn o dużej gęstości i obejmuje port do przepływu przez pierwszy zbiornik, umieszczony na dnie pierwszego zbiornika. Drugi zbiornik jest skonfigurowany tak, aby zawierał płyn o mniejszej gęstości, który ma gęstość mniejszą niż płyn o dużej gęstości i obejmuje port do przepływu przez drugi zbiornik, umieszczony na dnie drugiego zbiornika. System ten obejmuje również zbiornik komorowy umieszczony na wysokości zbiornika komorowego. Pierwsza wysokość pierwszego zbiornika jest większa niż wysokość zbiornika komorowego dla zbiornika komorowego. Druga wysokość drugiego zbiornika jest większa niż wysokość zbiornika komorowego. Zbiornik komorowy jest skonfigurowany z górnym portem zbiornika komorowego i dolnym portem zbiornika komorowego. Górny port zbiornika komorowego jest umieszczony powyżej dolnego portu zbiornika komorowego. System ten obejmuje również jednostkę turbiny. Jednostka turbiny obejmuje pierwszy port do przepływu przez jednostkę turbiny i drugi port do przepływu przez jednostkę turbiny. Drugi port do przepływu przez jednostkę turbiny jest połączony z portem do przepływu przez drugi zbiornik. System ten obejmuje również przewód doprowadzający. Przewód doprowadzający obejmuje pierwszą część przewodu doprowadzającego, która jest połączona z pierwszym portem do przepływu przez jednostkę turbiny i najniższym portem zbiornika komorowego, przy czym najniższy położony port pierwszej części przewodu doprowadzającego znajduje się poniżej zbiornika komorowego, oraz drugą część przewodu doprowadzającego, która jest połączona z górnym portem zbiornika komorowego i pierwszym portem do przepływu przez jednostkę turbiny. W trybie wytwarzania energii, płyn o dużej gęstości jest skonfigurowany tak, aby przepływał przez przewód doprowadzający w kierunku i przez zbiornik komorowy oraz w kierunku drugiego

zbiornika, przetłaczając płyn o mniejszej gęstości tak, aby obracał jednostkę turbiny w pierwszym kierunku dla wytwarzania energii. W trybie powtórnego ładowania, jednostka turbiny pompuje płyn o mniejszej gęstości z drugiego zbiornika przez przewód doprowadzający w kierunku pierwszego zbiornika, przetłaczając płyn o dużej gęstości z powrotem do pierwszego zbiornika. Płyn o mniejszej gęstości i płyn o dużej gęstości są skonfigurowane tak, aby zapobiec przepływowi płynu o dużej gęstości przez jednostkę turbiny.

**[0011]** W innym aspekcie niniejszy wynalazek dostarcza sposób wytwarzania energii z systemu szczytowo-pompowego magazynowania. Sposób ten obejmuje zapewnienie pierwszego zbiornika zawierającego płyn o dużej gęstości, przy czym pierwszy zbiornik obejmuje port do przepływu przez pierwszy zbiornik, umieszczony na dnie pierwszego zbiornika; zapewnienie drugiego zbiornika zawierającego płyn o mniejszej gęstości, który ma gęstość mniejszą niż płyn o dużej gęstości, przy czym drugi zbiornik obejmuje port do przepływu przez drugi zbiornik, umieszczony na dnie drugiego zbiornika; zapewnienie zbiornika komorowego umieszczonego na wysokości zbiornika komorowego, która jest poniżej pierwszej wysokości zbiornika dla pierwszego zbiornika i drugiej wysokości zbiornika dla drugiego zbiornika, przy czym zbiornik komorowy jest skonfigurowany z górnym portem zbiornika komorowego i dolnym portem zbiornika komorowego, przy czym górny port zbiornika komorowego jest umieszczony powyżej dolnego portu zbiornika komorowego; zapewnienie jednostki turbiny obejmującej turbinę i pompę, przy czym jednostka turbiny obejmuje pierwszy port do przepływu przez jednostkę turbiny i drugi port do przepływu przez jednostkę turbiny, przy czym drugi port do przepływu przez jednostkę turbiny jest połączony w pobliżu portu do przepływu przez drugi zbiornik, oraz zapewnienie przewodu doprowadzającego, przy czym przewód doprowadzający obejmuje: pierwszą część przewodu doprowadzającego połączoną z portem do przepływu przez pierwszy zbiornik i dolnym portem zbiornika komorowego, przy czym najniżej położony port pierwszej części przewodu doprowadzającego znajduje się poniżej zbiornika komorowego, oraz drugą część przewodu doprowadzającego połączoną z górnym portem zbiornika komorowego i pierwszym portem do przepływu przez jednostkę turbiny; w trybie wytwarzania energii, przepływ płynu o dużej gęstości z pierwszego zbiornika przez przewód doprowadzający w kierunku i przez zbiornik komorowy, a następnie w kierunku drugiego zbiornika, aby wymusić przepływ płynu o mniejszej gęstości przez turbinę i do drugiego zbiornika, co powoduje obrót turbiny w pierwszym kierunku dla wytwarzania energii; w trybie powtórnego ładowania, pompowanie, przez jednostkę turbiny, płynu o mniejszej gęstości z drugiego zbiornika przez przewód doprowadzający w kierunku pierwszego zbiornika, aby przetłoczyć płyn o dużej gęstości do pierwszego zbiornika dla powtórnego ładowania systemu; oraz przy czym gdy płyn o mniejszej gęstości i płyn o dużej gęstości cyrkulują w systemie, płyn o dużej gęstości jest skonfigurowany tak, aby uniknąć przechodzenia przez jednostkę turbiny.

**[0012]** Te i inne zalety i cechy postaci wykonania ujawnionych w niniejszym dokumencie staną się oczywiste przez odniesienie do poniższego opisu i załączonych rysunków.

**[0013]** Ponadto należy rozumieć, że cechy różnych opisanych w niniejszym dokumencie postaci wykonania nie wykluczają się wzajemnie i mogą występować w różnych połączeniach i kombinacjach.

#### KRÓTKI OPIS RYSUNKÓW

**[0014]** Na rysunkach, podobnie jak znaki odniesienia, zazwyczaj odnoszą się do tych samych części w różnych widokach. Ponadto rysunki są niekoniecznie w skali, zamiast tego nacisk jest zazwyczaj położony na zilustrowanie zasad różnych postaci wykonania. W poniższym opisie, różne postacie wykonania niniejszego ujawnienia są opisane z odniesieniem do następujących, w których:

Fig. 1 przedstawia uproszczony schemat przykładowej postaci wykonania systemu szczytowo-pompowego magazynowania, która nie jest częścią niniejszego wynalazku; Fig. 2 przedstawia uproszczony schemat alternatywnej, przykładowej postaci wykonania systemu szczytowo-pompowego magazynowania;

Fig. 3 przedstawia uproszczony schemat innej, alternatywnej, przykładowej postaci wykonania systemu szczytowo-pompowego magazynowania;

Fig. 4a-d przedstawiają uproszczone schematy alternatywnych, przykładowych postaci wykonania systemów szczytowo-pompowego magazynowania, przy czym figury 4a i 4c nie stanowią części niniejszego wynalazku;

Fig. 5 przedstawia przykładową postać wykonania konfiguracji turbiny i pompy.

#### SZCZEGÓŁOWY OPIS

**[0015]** Opisane w niniejszym dokumencie postacie wykonania dotyczą ogólnie systemu szczytowo-pompowego magazynowania energii. Niniejszy system szczytowo-pompowego magazynowania energii wytwarza większą ilość energii wyjściowej na objętość niż konwencjonalne systemy szczytowo-pompowego magazynowania energii. W niektórych postaciach wykonania szczytowo-pompowy system energii, w przeciwieństwie do konwencjonalnych systemów szczytowo-pompowego magazynowania energii, może być wdrażany na płaskim terenie lub nawet w topografii.

**[0016]** Na Fig. 1 przedstawiono uproszczony schemat postaci wykonania systemu 100 szczytowo-pompowego magazynowania energii, która nie jest częścią niniejszego wynalazku. Jak pokazano, szczytowo-pompowy system energii obejmuje górny zbiornik 110 i dolny zbiornik 120 połączone za pomocą przewodu doprowadzającego 130. W jednej postaci wykonania górny zbiornik jest umieszczony nad dolnym zbiornikiem. Różnica poziomów lub wysokości dwóch zbiorników może być określana jako spad. Przewód doprowadzający jest połączony z portem 112 górnego zbiornika i portem 121 dolnego zbiornika. Przewodem doprowadzającym może być rura, kanał lub inne typy przewodów, które zapewniają połączenie z możliwością przepływu pomiędzy górnym a dolnym zbiornikiem za pośrednictwem portów górnego i dolnego zbiornika. W jednej postaci wykonania jednostka 140 turbiny jest umieszczona w pobliżu portu dolnego zbiornika. Jednostka turbiny jest turbiną odwracalną. Przykładowo turbina jest turbiną Francisa, która służy jako generator mocy, gdy jest obracana w pierwszym kierunku, a jako pompa, gdy jest obracana w drugim kierunku. Użyteczne mogą być również inne typy turbin lub konfiguracje jednostek turbiny. Przykładowo jednostka turbiny może obejmować oddzielną turbinę służącą do wytwarzania energii i pompę służącą do powtórnego ładowania systemu. Zapewnienie oddzielnej turbiny i pompy może być szczególnie użyteczne dla zastosowań wysokociśnieniowych. Przykładowo turbina Francisa może działać tylko przy 70 BARACH. Zastosowanie konfiguracji oddzielnej turbiny i pompy może działać przy powyżej 70 BARÓW.

**[0017]** Podczas pracy płyn zawarty w górnym zbiorniku przepływa przez przewód doprowadzający do dolnego zbiornika pod wpływem działania siły ciężkości. Może to być określone jako stan rozładowywania systemu. Gdy płyn przepływa przez przewód doprowadzający do dolnego zbiornika, obraca turbinę Francisa w pierwszym kierunku, wytwarzając energię elektryczną. Energia elektryczna może być przesyłana liniami przesyłowymi. Przykładowo w okresach zapotrzebowania na energię płyn przepływa z górnego zbiornika do dolnego zbiornika, wytwarzając energię elektryczną. Turbina może być obracana w drugim kierunku, pompując płyn z dolnego zbiornika w górę w kierunku górnego zbiornika. Alternatywnie, pompa jest używana do pompowania płynu w górę w kierunku górnego zbiornika. Może to być określone jako stan ładowania lub powtórnego ładowania systemu. System może być powtórnie ładowany w okresach małego zapotrzebowania na energię lub gdy górny zbiornik jest pusty lub prawie pusty.

**[0018]** W jednej postaci wykonania system jest układem zamkniętym. W układzie zamkniętym zbiorniki są zamknięte. Przykładowo zbiorniki są zbiornikami na płyny, które tworzą zamkniętą pętlę. Dolny zbiornik może być określany jako zbiornik do pracy przy wysokim ciśnieniu, natomiast górny zbiornik może być określany jako zbiornik do pracy przy niższym ciśnieniu w porównaniu z dolnym zbiornikiem. W jednej postaci wykonania górny zbiornik może być cylindrycznym zbiornikiem do pracy przy ciśnieniu atmosferycznym, natomiast dolny zbiornik jest kulistym zbiornikiem do pracy przy wysokim ciśnieniu. Użyteczne mogą

być również inne konfiguracje zbiorników. Zbiorniki mogą obejmować porty napełniania w celu napełniania ich płynami. Zbiorniki mogą być skonfigurowane tak, aby miały mniej więcej taką samą pojemność.

5 **[0019]** System może być zaprojektowany z pożądanymi parametrami, aby wytwarzać pożądaną ilość energii elektrycznej i kiedy system musi zostać powtórnie ładowany. Przykładowo, natężenie przepływu płynu, które jest określone przez wielkość przewodu doprowadzającego, spadek, który jest określony przez wysokość pomiędzy zbiornikami górnym i dolnym, oraz objętość zbiorników mogą być skonfigurowane, aby określić moc wyjściową i czas powtórnego ładowania systemu. Natężenie przepływu i spadek określają moc wyjściową, a objętość zbiorników określa czas pomiędzy powtórными ładowaniami.

10 **[0020]** W jednej postaci wykonania płyn w systemie szczytowo-pompowego magazynowania jest płynem o dużej gęstości. Płyn o dużej gęstości ma gęstość większą niż woda. Przykładowo płyn o dużej gęstości może mieć gęstość  $\geq 3x$ , gdzie  $x$  oznacza gęstość wody. W jednej postaci wykonania płyn o dużej gęstości jest mieszaniną w postaci zawiesiny. Można stosować różne rodzaje mieszanin w postaci zawiesin. Mieszanina w postaci zawiesiny może zawierać na przykład cząstki tlenku metalu zmieszane z płynem o mniejszej gęstości, takim jak woda. Użyteczne mogą być również inne rodzaje cząstek i płyny o mniejszej gęstości. Objętość cząstek w zawieszynie może być równa lub większa niż około 50 %. Przykładowo udział procentowy cząstek może wynosić około 50 – 85 %. W innej postaci wykonania udział procentowy cząstek może wynosić 50 – 75 %. Im większa objętość cząstek, tym większa gęstość zawiesiny. Wszystkie procenty są procentami objętościowymi. Użyteczne mogą być również inne procenty.

15 **[0021]** W jednej postaci wykonania cząstki zawiesiny mają wielkość submikronową, aby uniknąć uszkodzenia turbiny. Jeśli chodzi o pozostałą kompozycję, obejmuje ona płyn o mniejszej gęstości, taki jak woda. W jednej postaci wykonania, aby zapobiec koalescencji zawiesiny i poprawić przepływ, można dodać niewielką ilość środka powierzchniowo czynnego. Przykładowo można dodać mniej niż 1 % środka powierzchniowo czynnego. W niektórych przypadkach można dodać środek przeciw zamarzaniu, aby zapobiec zamarzaniu zawiesiny. Stężenie środka przeciw zamarzaniu powinno być wystarczające, aby zapobiec zamarzaniu zawiesiny.

20 **[0022]** W jednej postaci wykonania płyn o dużej gęstości jest mieszaniną w postaci zawiesiny magnetytu. Mieszanina w postaci zawiesiny magnetytu może osiągnąć gęstość wynosząca 3 do 4 ton/m<sup>3</sup>, która jest ponad 3 razy większa od gęstości wody. Inne rodzaje mieszanin w postaci zawiesin, jak omówiono, mogą być również stosowane jako płyn o dużej gęstości. Gęstość może zależeć od zawartości składników mineralnych i składu.

25 **[0023]** Dzięki zastosowaniu płynu o dużej gęstości można uzyskać bardziej kompaktowy system szczytowo-pompowego magazynowania energii. Dla danej objętości pojemnika lub zbiornika pojemność magazynowania energii jest proporcjonalna do gęstości płynu. Przykładowo, w przypadku gdy płyn o dużej gęstości ma gęstość  $3x$ , pojemność magazynowania energii systemu jest 3 razy większa niż w przypadku użycia wody. Wynika to z faktu, że masowe natężenie przepływu jest około 3 razy większe niż w przypadku wody. Alternatywnie, system może wytworzyć taką samą ilość energii wyjściowej, stosując mniejszą objętość płynu i/lub mniejszą różnicę wysokości pomiędzy zbiornikami górnym a dolnym. Powoduje to mniejsze koszty, a także większą elastyczność w projektowaniu systemu, aby spełniał on wymagania dotyczące mocy wyjściowej.

30 **[0024]** Zaletą, jak omówiono przy stosowaniu płynu o dużej gęstości, jest wyższa moc wyjściowa. Stosowanie płynu o dużej gęstości można łatwo dostosować do istniejących systemów szczytowo-pompowego magazynowania przez modyfikację przewodu doprowadzającego i pompy w celu manipulacji płynem o dużej gęstości, zwiększając w ten sposób moc wyjściową. Ponadto istniejące projekty systemów magazynowania za pomocą wody można modyfikować tak, aby służyły jako modele wysoce wydajnych systemów magazynowania za pomocą wody, w których stosowano płyn o dużej gęstości. Koszt budowy, przy danych

wymaganiach dotyczących mocy wyjściowej, zostałyby zmniejszone ze względu na mniejszą potrzebną objętość, mniejsze przewody doprowadzające i/lub zmniejszony poziom lub zmniejszoną wysokość pomiędzy zbiornikami.

5 [0025] Na Fig. 2 przedstawiono uproszczony schemat innej postaci wykonania systemu 200 szczytowo-pompowego magazynowania energii. System ten może zawierać podobne komponenty, jak ten opisany na Fig. 1. Takie komponenty mogą nie być opisane lub szczegółowo opisane.

10 [0026] W jednej postaci wykonania system jest układem zamkniętym ze zbiornikami górnym i dolnym 210 i 220. Zbiorniki są połączone z możliwością przepływu za pomocą przewodu doprowadzającego 230. Jak pokazano, system jest skonfigurowany jako układ z dwoma płynami, w którym stosuje się płyny, pierwszy i drugi 251 i 255. W jednej postaci wykonania pierwszy płyn jest płynem o dużej gęstości, a drugi płyn jest płynem o mniejszej gęstości w porównaniu z pierwszym płynem. Płyn o dużej gęstości ma na przykład gęstość większą niż woda. Płyn o dużej gęstości będzie miał gęstość, która jest  $\geq 3,0x$ , gdzie  $x$  oznacza gęstość wody. Użyteczne mogą być również inne gęstości dla płynu o dużej gęstości. 15 Płyn o dużej gęstości może być mieszaniną w postaci zawiesiny, taką jak mieszanina w postaci zawiesiny magnetytu. Użyteczne mogą być również inne rodzaje mieszanin w postaci zawiesin lub płynów o dużej gęstości. Jeśli chodzi o drugi płyn, w jednej postaci wykonania jest nim woda. Przykładowo, płyn o dużej gęstości jest 3 razy gęstszy niż płyn o mniejszej gęstości. Użyteczne może być również zapewnienie różnych różnic gęstości pomiędzy płynami. Im większa różnica, tym bardziej wydajny system. Użyteczne mogą być również inne rodzaje płynów o mniejszej gęstości.

20 [0027] Przewód doprowadzający 230 obejmuje części pierwszą i drugą 230a i 230b, które są połączone z możliwością przepływu ze zbiornikami pierwszym i drugim na obu końcach oraz zbiornik komorowy 270 połączony z drugimi końcami części pierwszej i drugiej przewodu doprowadzającego. W jednej postaci wykonania zbiornik komorowy jest zbiornikiem komorowym do pracy przy wysokim ciśnieniu. Zbiornik komorowy do pracy przy wysokim ciśnieniu powinien wytrzymywać ciśnienie dynamiczne (ang. overburden pressure) systemu. W jednej postaci wykonania zbiornik komorowy do pracy przy wysokim ciśnieniu 30 wytrzymuje mniej więcej takie samo ciśnienie jak ciśnienie dynamiczne systemu. Zbiornik komorowy może być kulistym zbiornikiem komorowym do pracy przy wysokim ciśnieniu. Użyteczne mogą być również inne rodzaje zbiorników komorowych do pracy przy wysokim ciśnieniu.

35 [0028] W jednej postaci wykonania zbiornik komorowy jest umieszczony blisko drugiego lub dolnego zbiornika, ale w pewnej odległości poziomej, aby zapewnić, że ciśnienie dynamiczne jest zbliżone do ciśnienia wywieranego przez kolumnę zawiesiny. Pierwszy port 271 zbiornika komorowego dla zbiornika komorowego połączony z pierwszą częścią przewodu doprowadzającego jest umieszczony na dnie zbiornika komorowego, natomiast drugi port 272 zbiornika komorowego dla zbiornika komorowego połączony z drugą częścią przewodu 40 doprowadzającego jest umieszczony na górze zbiornika komorowego. Jednostka 240 turbiny jest umieszczona w pobliżu portu dolnego zbiornika. Turbina może być turbiną Francisa. Alternatywnie jednostka turbiny może obejmować oddzielną turbinę, taką jak turbina Peltona i pompa. Użyteczne mogą być również inne typy turbin lub konfiguracje jednostek turbin.

45 [0029] W jednej postaci wykonania ciśnienie w zbiorniku komorowym jest wytwarzane przez kolumnę płynu o dużej gęstości. Dolny zbiornik może być zbiornikiem do pracy przy ciśnieniu atmosferycznym. Przykładowo, dolny zbiornik może być cylindrycznym zbiornikiem do pracy przy ciśnieniu atmosferycznym. Jeśli chodzi o górny zbiornik, może on być również zbiornikiem do pracy przy ciśnieniu atmosferycznym.

50 [0030] Podczas działania, płyn o dużej gęstości zawarty w górnym zbiorniku przepływa przez przewód doprowadzający do zbiornika komorowego pod wpływem działania siły ciężkości. Ciśnienie w zbiorniku komorowym ze względu na kolumnę zawiesiny jest znacznie

wyższe niż ciśnienie w kolumnie płynu o mniejszej gęstości zawartego w dolnym zbiorniku, więc będzie płynąć w górę, a następnie przez wtryskiwacz turbiny powyżej. Przykładowo port wtryskiwacza jest wlotem, którym woda jest doprowadzana do turbiny. Ze względu na wyraźną różnicę gęstości, płyn o dużej gęstości pozostaje na dnie zbiornika komorowego, podczas gdy płyn o mniejszej gęstości znajduje się nad płynem o dużej gęstości w zbiorniku komorowym. Ponadto konfiguracje pierwszego i drugiego portu zbiornika komorowego są skonfigurowane tak, aby zapobiec wymieszaniu się płynów pierwszego i drugiego. Gdy płyn o dużej gęstości nadal wypływa z pierwszego lub wyższej położonego zbiornika pod wpływem działania siły ciężkości, przetłacza płyn o mniejszej gęstości w górę z powrotem do drugiego lub niższej położonego zbiornika, powodując obrót turbiny dla wytwarzania energii elektrycznej. Może to być określane jako stan rozładowywania lub wytwarzania energii elektrycznej systemu. Natomiast w stanie powtórnego ładowania, płyn o mniejszej gęstości (np. woda) jest pompowany w dół do zbiornika komorowego, przetłaczając płyn o dużej gęstości z powrotem do górnego zbiornika. Zbiornik komorowy powinien być skonfigurowany tak, aby pomieścić ciśnienie wytwarzane przez płyn o dużej gęstości przetłaczając płyn o mniejszej gęstości z powrotem do dolnego zbiornika.

**[0031]** W jednej postaci wykonania system jest skonfigurowany tak, aby płyn o dużej gęstości nie był w kontakcie z jednostką turbiny. Dzięki temu korzystnie unika się konfigurowania systemu dla manipulacji płynami o dużej gęstości. Przykładowo, wielkość cząstek płynu o dużej gęstości nie musi być w zakresie submikronowym, aby uniknąć uszkodzenia turbiny. Wielkość cząstek zawiesiny może wynosić od kilku mikronów do kilkuset mikronów. Wielkość cząstek zawiesiny powinna mieć nierównomierny rozkład, aby ułatwić wyższą objętościową zawartość procentową cząstek w zawieszynie i przepływ wewnątrz przewodu doprowadzającego.

**[0032]** Na Fig. 3 przedstawiono zastosowanie systemu szczytowo-pompowego magazynowania energii z Fig. 2. System z Fig. 3 obejmuje elementy wspólne, takie jak system z Fig. 2. Elementy wspólne mogą nie być opisane lub szczegółowo opisane. W celu ilustracji system jest wdrażany w kopalni umieszczonej na przykład w górze 305. Kopalnia może być kopalnią węgla. Użyteczne mogą być również inne rodzaje kopalni. Wdrożenie systemu w kopalni ma zalety, ponieważ istnieją szyby kopalniane głęboko poniżej gruntu 301, co zmniejsza koszty budowy.

**[0033]** System obejmuje górny zbiornik 210 umieszczony blisko szczytu góry, tworząc różnicę wysokości pomiędzy dolnym zbiornikiem 220 umieszczonym u podstawy góry, na przykład w kopalni. Użyteczne mogą być również inne lokalizacje zbiorników. Lokalizacja może wykorzystywać zalety terenu i/lub istniejących struktur, takich jak tunele i szyby. Choć system jest wdrażany do istniejącej kopalni, użyteczne może być również wdrażanie systemu w innych lokalizacjach, które wykorzystują zalety naturalnego terenu, takich jak wysady lub warstwy solne.

**[0034]** Górny zbiornik jest skonfigurowany tak, aby był połączony z możliwością przepływu z dolnym zbiornikiem za pośrednictwem przewodu doprowadzającego 230. Zbiornik komorowy 270 jest umieszczony w przewodzie doprowadzającym poniżej dolnego zbiornika. Przewód doprowadzający obejmuje części pierwszą i drugą 230a i 230b przewodu doprowadzającego. Pierwsza część przewodu doprowadzającego jest połączona z portem górnego zbiornika i pierwszym portem zbiornika komorowego, umieszczonym na dnie zbiornika komorowego; druga część przewodu doprowadzającego jest połączona z portem dolnego zbiornika i drugim portem zbiornika komorowego, umieszczonym na górze zbiornika komorowego. Jak pokazano, pierwszy przewód doprowadzający obejmuje podsekcje pierwszą i drugą pierwszą 230a<sub>1</sub> i 230a<sub>2</sub> przewodu doprowadzającego. Pierwsza podsekcja przewodu doprowadzającego znajduje się nad poziomem gruntu i jest połączona z górnym zbiornikiem, a druga podsekcja przewodu doprowadzającego znajduje się poniżej poziomu gruntu i jest połączona ze zbiornikiem komorowym.

**[0035]** Innymi słowy, zbiornik komorowy znajduje się poniżej poziomu gruntu. W jednej

postaci wykonania jednostka 240 turbiny jest umieszczona w pobliżu dolnego zbiornika. Przykładowo, jest ona umieszczona pomiędzy przewodem doprowadzającym a portem dolnego zbiornika. W jednej postaci wykonania jednostka turbiny obejmuje turbinę 354 i pompę 356. Turbina przykładowo jest turbiną Peltona. Użyteczne mogą być również inne rodzaje turbin. Turbina przykładowo może wytrzymywać wysokie ciśnienia panujące w systemie.

[0036] Płyn o dużej gęstości 251 znajduje się w górnym zbiorniku. Płyn o mniejszej gęstości 255 znajduje się w dolnym zbiorniku. Działanie systemu 300 jest podobne do działania systemu 200 z Fig. 2. Przykładowo płyn o mniejszej gęstości wpływający do dolnego zbiornika powoduje obrót turbiny w pierwszym kierunku, wytwarzając energię. Aby ponownie ładować system, pompa pompuje płyn o mniejszej gęstości w dół do zbiornika komorowego w drugim kierunku, powodując, że płyn o dużej gęstości przepływa z powrotem do górnego zbiornika.

[0037] Zapewnienie zbiornika komorowego do pracy przy wysokim ciśnieniu poniżej poziomu gruntu jest korzystne, ponieważ może wykorzystać ciśnienie litostatyczne, przeciwdziałając w ten sposób ciśnieniu powodowanemu przez płyn. Zmniejsza to koszty budowy dolnego zbiornika. Ponadto teren górski zapewnia naturalną wysokość dla górnego zbiornika. Wysokość, na jaką podniesiony jest górny zbiornik, można skonfigurować w oparciu o wymagania dotyczące mocy wyjściowej. Przykładowo mniejsze wysokości mogą być użyteczne w celu zmniejszenia kosztów związanych z budową górnego zbiornika i przewodu doprowadzającego, jeśli spełnione są wymagania dotyczące mocy wyjściowej.

[0038] Na Fig. 4a-4d przedstawiono różne alternatywne postaci wykonania systemów szczytowo-pompowego magazynowania. Systemy te obejmują podobne komponenty jak systemy z Fig. 1-3. Wspólne elementy mogą nie być opisane lub szczegółowo opisane. Systemy te mogą być korzystnie wdrażane na płaskim terenie. Przykładowo zbiorniki pierwszy i drugi 410 i 420 mogą być rozmieszczone na mniej więcej tym samym poziomie wysokości. Te postaci wykonania mogą być szczególnie korzystne do wdrożenia na płaskim terenie lub do unoszenia się na głębokiej wodzie. Jest to sprzeczne z konwencjonalnymi systemami szczytowo-pompowego magazynowania, które wymagają różnych wysokości lub poziomów wysokości pomiędzy zbiornikami górnym i dolnym.

[0039] Odnosząc się do Fig. 4a, przedstawiono postać wykonania systemu 400a szczytowo-pompowego magazynowania, która nie jest częścią niniejszego wynalazku. System ten obejmuje zbiorniki pierwszy i drugi 410 i 420. W jednej postaci wykonania zbiorniki są rozmieszczone na mniej więcej tym samym poziomie wysokości lub wysokości. Przykładowo zbiorniki są zlokalizowane na równym podłożu lub, w przypadku zastosowania związanego z wodą, na statku lub platformie wiertniczej na morzu. Użyteczne może być również zapewnienie zbiorników na różnych wysokościach. Korzystnie jest, aby zbiornik przeznaczony dla dużej gęstości znajdował się nad zbiornikiem przeznaczonym dla mniejszej gęstości. Zbiorniki są połączone z możliwością przepływu za pomocą przewodu doprowadzającego 430. Jak pokazano, przewodem doprowadzającym jest przewód doprowadzający w kształcie litery U. Użyteczne mogą być również przewody doprowadzające o innym kształcie. Długość przewodu doprowadzającego może wynosić od setek metrów do kilometrów.

[0040] Pierwszy zbiornik służy jako pojemnik na płyn o dużej gęstości 451, a drugi zbiornik służy do przechowywania płynu o mniejszej gęstości 455. Ze względu na wyższą gęstość płynu o dużej gęstości w stosunku do płynu o mniejszej gęstości, siła ciężkości powoduje, że płyn o dużej gęstości płynie w dół, przetłaczając płyn o mniejszej gęstości w górę do drugiego zbiornika. To powoduje, że jednostka 440 turbiny umieszczona w pobliżu portu drugiego zbiornika wytwarza energię. Przykładowo jednostka turbiny obejmuje połączoną turbinę-pompę, taką jak turbina-pompa Francisca. System ładuje się, powodując, że jednostka turbiny odwraca swoją rotację w drugim kierunku. Odwrócenie kierunku turbiny pompuje wodę w dół, w kierunku pierwszego zbiornika. To przetłacza płyn o dużej gęstości z powrotem do pierwszego zbiornika, powtórnie ładując system. W innych postaciach wykonania jednostka turbiny może obejmować oddzielną turbinę, taką jak turbina Peltona, i pompę.



Użyteczne mogą być również inne rodzaje turbin lub konfiguracje jednostek turbiny.

[0041] W jednej postaci wykonania objętość płynów pierwszego lub o dużej gęstości i drugiego lub o mniejszej gęstości jest skonfigurowana tak, aby w stanie rozładowania lub ładowania, płyn o dużej gęstości nie był w kontakcie z turbiną. Taka konfiguracja korzystnie eliminuje potrzebę konfigurowania pompy do manipulowania płynem o dużej gęstości. Umożliwia to również stosowanie większych cząstek stałych w zawiesinie, korzystnie zmniejszając koszty.

[0042] Na Fig. 4b przedstawiono inną postać wykonania systemu 400b szczytowo-pompowego magazynowania. System z Fig. 4b jest podobny do tego opisanego na Fig. 4a. Wspólne elementy mogą nie być opisane lub szczegółowo opisane.

[0043] System obejmuje zbiorniki pierwszy i drugi 410 i 420, które znajdują się na mniej więcej tym samym poziomie wysokości lub wysokości. Zapewnianie zbiorników na różnych wysokościach może być również użyteczne. Zbiorniki są połączone z możliwością przepływu za pomocą przewodu doprowadzającego 430. Jak pokazano, przewodem doprowadzającym jest przewód doprowadzający w kształcie litery U. Użyteczne mogą być również przewody doprowadzające o innym kształcie. W jednej z postaci wykonania przewód doprowadzający jest podzielony na części pierwszą i drugą 430a i 430b, które są oddzielone zbiornikiem komorowym lub pojemnikiem 470, takim jak opisano na Fig. 2-3. Zbiornik komorowy jest na przykład kulistym zbiornikiem komorowym do pracy przy wysokim ciśnieniu. Zbiorniki górny i dolny mogą być zbiornikami do pracy przy ciśnieniu atmosferycznym o kształcie cylindrycznym. Użyteczne mogą być również inne konfiguracje zbiorników.

[0044] Zapewnienie zbiornika komorowego korzystnie zwiększa pojemność płynu w systemie. Jak pokazano, zbiornik komorowy jest umieszczony poniżej drugiego zbiornika pomiędzy częściami pierwszą i drugą przewodu doprowadzającego. Przykładowo, pierwsza część przewodu doprowadzającego połączona z pierwszym zbiornikiem jest połączona z pierwszym portem zbiornika komorowego, umieszczonym na dnie zbiornika komorowego, a druga część przewodu doprowadzającego jest połączona z drugim zbiornikiem i drugim portem zbiornika komorowego, umieszczonym na górze zbiornika komorowego. Taka konfiguracja zmniejsza również ryzyko wymieszania się płynów o dużej gęstości z płynami o mniejszej gęstości. Działanie systemu jest podobne do tego opisanego na Fig. 4a, z wyjątkiem zwiększonej pojemności ze względu na zbiornik komorowy.

[0045] Na Fig. 4c przedstawiono inną postać wykonania systemu szczytowo-pompowego magazynowania, która nie jest częścią niniejszego wynalazku. System z Fig. 4c jest podobny do tego opisanego na Fig. 4a-4b. Wspólne elementy mogą nie być opisane lub szczegółowo opisane.

[0046] System obejmuje zbiorniki pierwszy i drugi 410 i 420, które znajdują się na mniej więcej tym samym poziomie wysokości lub wysokości. Użyteczne może być również zapewnienie zbiorników na różnych wysokościach. Zbiorniki są połączone z możliwością przepływu za pomocą przewodu doprowadzającego 430. Jak pokazano, przewodem doprowadzającym jest przewód doprowadzający w kształcie litery U. Użyteczne mogą być również przewody doprowadzające o innym kształcie. W jednej z postaci wykonania separator 480 płynów jest umieszczony w przewodzie doprowadzającym pomiędzy płynami pierwszym i drugim 451 i 455. Separator płynów może być na przykład wykonany z wysoce odpornego na ścieranie tworzywa sztucznego o gęstości mieszczącej się pomiędzy gęstością obu płynów. Przykładowo separator unosi się na płynie o dużej gęstości, natomiast tonie w płynie o mniejszej gęstości. Separator płynów jest skonfigurowany tak, aby był przesuwany w przewodzie doprowadzającym i aby utrzymywał oddzielanie płynów o dużej gęstości i o mniejszej gęstości. Zapewnienie separatora zapewnia, że małe cząstki w płynie o dużej gęstości nie zostaną przypadkowo przeniesione do jednostki turbiny. Użycie separatora płynów może mieć również zastosowanie w postaciach wykonania opisanych na Fig. 2-3. System jest skonfigurowany tak, aby separator płynów nie docierał do turbiny 440. Działanie systemu jest podobne do tego opisanego na Fig. 4a-b.

[0047] Na Fig. 4d przedstawiono inną postać wykonania systemu 400d szczytowo-pompo-  
wego magazynowania. System z Fig. 4d jest podobny do tego opisanego na Fig. 4a-4c.  
Wspólne elementy mogą nie być opisane lub szczegółowo opisane.

5 [0048] System obejmuje zbiorniki pierwszy i drugi 410 i 420, które znajdują się na mniej  
więcej tym samym poziomie wysokości lub wysokości. Użyteczne może być również za-  
pewnienie zbiorników na różnych wysokościach. Zbiorniki są połączone z możliwością  
przepływu za pomocą przewodu doprowadzającego 430. Jak pokazano, przewód doprowa-  
dzający jest przewodem doprowadzającym w kształcie litery U. Podobnie jak na Fig. 4b,  
10 przewód doprowadzający jest podzielony na części pierwszą i drugą 430a i 430b, które są  
oddzielone zbiornikiem komorowym 470, takim jak ten opisany na Fig. 2-3. Podobnie jak  
na Fig. 4c, przewód doprowadzający wyposażony jest w separator 480 płynów, aby zapew-  
nić oddzielenie płynu o dużej gęstości i płynu o małej gęstości. W jednej postaci wykonania  
zbiornik komorowy jest skonfigurowany z klatką 475 separatora płynów, która zapewnia, że  
15 separator płynów może przejść przez zbiornik komorowy do pierwszej lub drugiej części  
przewodu doprowadzającego. Przykładowo klatka służy jako element prowadzący dla sepa-  
ratora płynów, umożliwiając jednocześnie przepływ płynów poza klatkę i utrzymując od-  
dzielenie. Klatka może być zestawem pionowych prętów lub perforowaną rurą z bocznymi  
otworami. Klatka jest skonfigurowana tak, aby umożliwić przepływ separatora płynów po-  
20 wyżej i poniżej zbiornika komorowego. Działanie systemu jest podobne do tego opisanego  
na Fig. 4a-c. Ponadto, należy rozumieć, że separator płynów może być również skonfiguro-  
wany w systemie opisanym na Fig. 2-3.

[0049] Na Fig. 5 przedstawiono postać wykonania jednostki 240 turbiny. Jak pokazano, jed-  
nostka turbiny obejmuje oddzielną turbinę 554 i pompę 556. Przykładowo jednostka turbiny  
25 obejmuje oddzielne ścieżki przepływu lub rury, które są połączone z przewodem doprowa-  
dzającym 230. Jak pokazano, jednostka turbiny obejmuje ścieżkę 546 pompy i ścieżkę 542  
turbiny. Przykładowo w zastosowaniach opisanych na Fig. 2-3 i Fig. 4a-d górny koniec prze-  
wodu doprowadzającego jest połączony z drugim lub dolnym zbiornikiem zawierającym  
płyn o mniejszej gęstości, natomiast dolny koniec przewodu doprowadzającego jest połą-  
czony z pierwszym lub górnym zbiornikiem zawierającym płyn o dużej gęstości, bezpośred-  
30 nio lub pośrednio za pośrednictwem zbiornika komorowego. Przykładowo górny koniec  
przewodu doprowadzającego jest wylotem 561 turbiny, natomiast dolny koniec przewodu  
doprowadzającego jest wlotem 562 turbiny. Jak omówiono, system jest skonfigurowany tak,  
aby płyn o dużej gęstości nie miał kontaktu z jednostką turbiny. Przykładowo przez jed-  
nostkę turbiny przepływa tylko płyn o mniejszej gęstości.

35 [0050] W trybie wytwarzania energii płyn o mniejszej gęstości, taki jak woda, jest wypy-  
chany przez ścieżkę turbiny w górę w kierunku dolnego zbiornika, jak wskazują strzałki  
skierowane w górę. Powoduje to, że turbina obraca się w pierwszym kierunku, wytwarzając  
energię. W trybie powtórnego ładowania płyn o mniejszej gęstości jest pompowany w dół z  
powrotem w kierunku górnego zbiornika przez ścieżkę pompy za pomocą pompy, jak wska-  
40 zują strzałki skierowane w dół. Powoduje to, że płyn o dużej gęstości jest przetłaczany z  
powrotem do górnego zbiornika, powtórnie ładując system.

[0051] Jak opisano, stosowanie płynu o dużej gęstości w systemie poprawia moc wyjściową.  
Przykładowo w przypadku systemu, w którym stosuje się układ z dwoma płynami, który to  
system obejmuje płyn o dużej gęstości i płyn o mniejszej gęstości, taki jak woda, na płaskim  
45 terenie i który obejmuje zbiorniki pierwszy i drugi, do pracy przy ciśnieniu atmosferycznym  
na tej samej wysokości i znajdujący się poniżej zbiornik komorowy do pracy przy wysokim  
ciśnieniu, tak jak systemy opisane na Fig. 4b i 4d, ciśnienie w znajdującym się poniżej zbio-  
rniku komorowym jest ciśnieniem, które jest wywierane przez kolumnę płynu o dużej gęsto-  
ści  $= c \cdot H \cdot d1$ , a ciśnienie na wlocie turbiny wynosi  $cHd1 - cHd2 = cH(d1 - d2)$ , gdzie

50 H oznacza różnicę wysokości między pierwszym zbiornikiem (z płynem o dużej gęstości)  
a ciśnieniowym zbiornikiem komorowym,  
d1 oznacza gęstość płynu o dużej gęstości,

$d_2$  oznacza gęstość płynu o mniejszej gęstości, a  $c$  oznacza stałą.

Energia  $P$  wytwarzana przez system jest proporcjonalna do natężenia przepływu  $Q$  i ciśnienia na wlocie turbiny i można ją zdefiniować jako  $P=k*Q*cH(d_1-d_2)$ , gdzie  $k$  oznacza stałą.

5 W przypadku, gdy gęstość płynu o dużej gęstości jest 3 razy większa od gęstości płynu o mniejszej gęstości, zastosowanie układu z dwoma płynami zwiększa moc wyjściową o współczynnik około 2. Jak opisano, zastosowanie płynu o dużej gęstości w systemie poprawia moc wyjściową.

10 **[0052]** W przypadku, w którym stosuje się płyn o dużej gęstości i płyn o mniejszej gęstości, taki jak woda i który obejmuje zbiorniki pierwszy i drugi, do pracy przy ciśnieniu atmosferycznym na różnych wysokościach oraz znajdujący się poniżej zbiornik komorowy do pracy przy wysokim ciśnieniu, tak jak systemy opisane na Fig. 2 i 3, ciśnienie w znajdującym się poniżej ciśnieniowym zbiorniku komorowym wynosi  $cHd_1$ , natomiast ciśnienie na wlocie turbiny wynosi  $cHd_1-chd_2$ , gdzie  $h$  oznacza różnicę wysokości pomiędzy zbiornikiem komorowym a drugim zbiornikiem (z płynem o mniejszej gęstości). Energię wytwarzaną przez system można zdefiniować jako  $P=k*Q*(cHd_1-chd_2)$ . Jeśli  $H$  jest znacznie większe niż  $h$ , wówczas otrzymuje się prawie taką samą energię, jak gdyby użyto tylko płynu o dużej gęstości, ale przepuszczano tylko wodę przez turbinę.

20 **[0053]** Wynalazczy zamysł niniejszego wynalazku może zostać urzeczywistniony w innych konkretnych postaciach bez odchodzenia od jego zasadniczych cech. Powyższe postacie wykonania należy zatem uważać pod każdym względem za ilustracyjne, a nie ograniczające wynalazek opisany w niniejszym dokumencie. Zakres wynalazku jest zatem wskazany przez załączone zastrzeżenia, a nie przez powyższy opis, a wszystkie zmiany, które mieszczą się w znaczeniu i zakresie równoważności zastrzeżeń, mają być nim objęte.

### Zastrzeżenia patentowe

- 25 **1.** System (200, 300, 400b, 400d) szczytowo-pompowego magazynowania obejmujący: pierwszy zbiornik (210, 410), przy czym pierwszy zbiornik (210, 410) jest skonfigurowany tak, aby zawierał płyn o dużej gęstości (251, 451), i obejmuje port do przepływu przez pierwszy zbiornik, umieszczony na dnie pierwszego zbiornika (210, 410); i
- 30 drugi zbiornik (220, 420), przy czym drugi zbiornik (220, 420) jest skonfigurowany tak, aby zawierał płyn o mniejszej gęstości (255, 455), który ma gęstość mniejszą niż płyn o dużej gęstości (251, 451), i obejmuje port do przepływu przez drugi zbiornik, umieszczony na dnie drugiego zbiornika (220, 420);
- przy czym system dodatkowo obejmuje:
- 35 zbiornik komorowy (270, 470) umieszczony na wysokości zbiornika komorowego, przy czym pierwsza wysokość pierwszego zbiornika (210, 410) jest większa niż wysokość zbiornika komorowego dla zbiornika komorowego (270, 470), a druga wysokość drugiego zbiornika (220, 420) jest większa niż wysokość zbiornika komorowego dla zbiornika komorowego (270, 470), przy czym zbiornik komorowy (270, 470) jest skonfigurowany z górnym portem (272) zbiornika komorowego i dolnym portem (271) zbiornika komorowego, przy czym górny port (272) zbiornika komorowego jest umieszczony powyżej dolnego portu (271) zbiornika komorowego;
- 40 jednostkę (240, 440) turbiny obejmującą turbinę (354, 554) i pompę (356, 556), przy czym jednostka (240, 440) turbiny obejmuje pierwszy port do przepływu przez jednostkę turbiny i drugi port do przepływu przez jednostkę turbiny, przy czym drugi port do przepływu przez jednostkę turbiny jest połączony z portem do przepływu przez drugi zbiornik; oraz
- 45 przewód doprowadzający (230, 430), przy czym przewód doprowadzający obejmuje pierwszą część (230a, 430a) przewodu doprowadzającego połączoną z portem do

- przepływu przez pierwszy zbiornik i dolnym portem (271) zbiornika komorowego, przy czym najniżej położony port pierwszej części (230a, 430a) przewodu doprowadzającego znajduje się poniżej zbiornika komorowego (270, 470), oraz drugą część (230b, 430b) przewodu doprowadzającego połączoną z górnym portem (272) zbiornika komorowego i pierwszym portem do przepływu przez jednostkę turbiny; **znamienny tym, że**
- w trybie wytwarzania energii, płyn o dużej gęstości (251, 451) jest skonfigurowany tak, aby przepływał przez przewód doprowadzający (230, 430) oraz w kierunku i przez zbiornik komorowy (270, 470) i w kierunku drugiego zbiornika (220, 420), wymuszając przepływ płynu o mniejszej gęstości (255, 455) przez turbinę (354, 554) i do drugiego zbiornika (220, 420), tak, że płyn o mniejszej gęstości (255, 455) obraca jednostkę (240, 440) turbiny w pierwszym kierunku dla wytwarzania energii, i
- w trybie powtórnego ładowania jednostka (240, 440) turbiny pompuje płyn o mniejszej gęstości (255, 455) z drugiego zbiornika (220, 420) przez przewód doprowadzający (230, 430) w kierunku pierwszego zbiornika (210, 410), przetłaczając płyn o dużej gęstości (251, 451) z powrotem do pierwszego zbiornika (210, 410); oraz
- przy czym płyn o mniejszej gęstości (255, 455) i płyn o dużej gęstości (251, 451) są skonfigurowane tak, aby zapobiegać przepływowi płynu o dużej gęstości (251, 451) przez jednostkę (240, 440) turbiny.
2. System według zastrzeżenia 1, w którym pierwsza wysokość pierwszego zbiornika (210, 410) jest wyższa niż druga wysokość drugiego zbiornika (220, 420).
  3. System według zastrzeżenia 1, w którym pierwsza wysokość pierwszego zbiornika (210, 410) i druga wysokość drugiego zbiornika (220, 420) znajdują się mniej więcej na tym samym poziomie wysokości.
  4. System według zastrzeżenia 1, w którym zbiorniki pierwszy (210, 410) i drugi (220, 420) obejmują cylindryczne zbiorniki do pracy przy ciśnieniu atmosferycznym.
  5. System według zastrzeżenia 1, w którym zbiornik komorowy (270, 470) obejmuje kuliści zbiornik komorowy do pracy przy wysokim ciśnieniu.
  6. System według zastrzeżenia 1, w którym płyn o dużej gęstości (251, 451) obejmuje zawieszinę z cząstkami.
  7. System według zastrzeżenia 1, w którym płyn o mniejszej gęstości (255, 455) obejmuje wodę.
  8. System według zastrzeżenia 1, w którym płyn o dużej gęstości (251, 451) ma gęstość co najmniej 3 razy większą od gęstości płynu o mniejszej gęstości (255, 455).
  9. System według zastrzeżenia 6, w którym zawieszina zawiera cząstki tlenu metalu.
  10. System według zastrzeżenia 6, w którym zawieszina zawiera cząstki magnetytu w celu utworzenia zawiesziny magnetytu.
  11. System według zastrzeżenia 9, w którym:
    - zawieszina zawiera 50-85 % cząstek;
    - wielkości cząstek wahają się od kilku mikronów do kilkuset mikronów.
  12. Sposób wytwarzania energii z systemu (200, 300, 400b, 400d) szczytowo-pompowego magazynowania, obejmujący:
    - zapewnienie pierwszego zbiornika (210, 410) zawierającego płyn o dużej gęstości (251, 451), przy czym pierwszy zbiornik (210, 410) obejmuje port do przepływu przez pierwszy zbiornik, umieszczony na dnie pierwszego zbiornika (210, 410); i
    - zapewnienie drugiego zbiornika (120, 220, 420) zawierającego płyn o mniejszej gęstości (255, 455), który ma gęstość mniejszą niż płyn o dużej gęstości (251, 451), przy czym drugi zbiornik (220, 420) obejmuje port do przepływu przez drugi zbiornik, umieszczony na dnie drugiego zbiornika (220, 420);
    - przy czym sposób obejmuje ponadto:

- zapewnienie zbiornika komorowego (270, 470) umieszczonego na wysokości zbiornika komorowego, która znajduje się poniżej pierwszej wysokości zbiornika dla pierwszego zbiornika (210, 410) i drugiej wysokości zbiornika dla drugiego zbiornika (220, 420), przy czym zbiornik komorowy (270, 470) jest skonfigurowany z górnym portem (272) zbiornika komorowego i dolnym portem (271) zbiornika komorowego, przy czym górny port (272) zbiornika komorowego jest umieszczony powyżej dolnego portu (271) zbiornika komorowego;
- zapewnienie jednostki (240, 440) turbiny obejmującej turbinę (354, 554) i pompę (356, 556), przy czym jednostka (240, 440) turbiny obejmuje pierwszy port do przepływu przez jednostkę turbiny i drugi port do przepływu przez jednostkę turbiny, przy czym drugi port do przepływu przez jednostkę turbiny jest połączony z portem do przepływu przez drugi zbiornik i zapewnienie przewodu doprowadzającego (230, 430), przy czym przewód doprowadzający (230, 430) obejmuje pierwszą część (230a, 430a) przewodu doprowadzającego połączoną z portem do przepływu przez pierwszy zbiornik i dolnym portem (271) zbiornika komorowego, przy czym najniższy położony port pierwszej części (230a, 430a) przewodu doprowadzającego znajduje się poniżej zbiornika komorowego (270, 470), oraz drugą część (230b, 430b) przewodu doprowadzającego połączoną z górnym portem (272) zbiornika komorowego i pierwszym portem do przepływu przez jednostkę turbiny;
- w trybie wytwarzania energii, przepływ płynu o dużej gęstości (251, 451) z pierwszego zbiornika (210, 410) przez przewód doprowadzający (230, 430) w kierunku i przez zbiornik komorowy (270, 470), a następnie w kierunku drugiego zbiornika (220, 420), aby wymusić przepływ płynu o mniejszej gęstości (255, 455) przez turbinę (354, 554) i do drugiego zbiornika (220, 420), co powoduje obrót turbiny (354, 554) w pierwszym kierunku dla wytwarzania energii;
- znamienny tym, że** sposób obejmuje w trybie powtórnego ładowania pompowanie przez jednostkę (240, 440) turbiny płynu o mniejszej gęstości (255, 455) z drugiego zbiornika (220, 420) przez przewód doprowadzający (230, 430) w kierunku pierwszego zbiornika (210, 410) aby przetłoczyć płyn o dużej gęstości (251, 451) do pierwszego zbiornika (210, 410) dla powtórnego ładowania systemu (200, 300, 400b, 400d); oraz
- przy czym gdy płyn o mniejszej gęstości (255, 455) i płyn o dużej gęstości (251, 451) cyrkulują w systemie (200, 300, 400b, 400d), płyn o dużej gęstości (251, 451) jest skonfigurowany tak, aby uniknąć przechodzenia przez jednostkę (240, 440) turbiny.
13. Sposób według zastrzeżenia 12, w którym płyn o dużej gęstości (251, 451) ma gęstość, która jest co najmniej 3 razy większa od gęstości płynu o mniejszej gęstości (255, 455).
  14. Sposób według zastrzeżenia 12, w którym pierwsza wysokość zbiornika dla pierwszego zbiornika (210, 410) jest większa niż druga wysokość drugiego zbiornika (220, 420).
  15. Sposób według zastrzeżenia 12, w którym pierwsza wysokość zbiornika dla pierwszego zbiornika (210, 410) znajduje się mniej więcej na tym samym poziomie wysokości co druga wysokość zbiornika dla drugiego zbiornika (220, 420).
  16. Sposób według zastrzeżenia 12, w którym druga wysokość zbiornika dla drugiego zbiornika (220, 420) znajduje się blisko wysokości zbiornika komorowego.
  17. System według zastrzeżenia 1, w którym druga wysokość zbiornika dla drugiego zbiornika (220, 420) znajduje się blisko wysokości zbiornika komorowego.
  18. System według zastrzeżenia 1, w którym jednostka (240, 440) turbiny obejmuje połączoną turbinę i pompę.
  19. System według zastrzeżenia 1, w którym jednostka (240, 440) turbiny obejmuje oddzielną turbinę (354, 554) i pompę (356, 556).

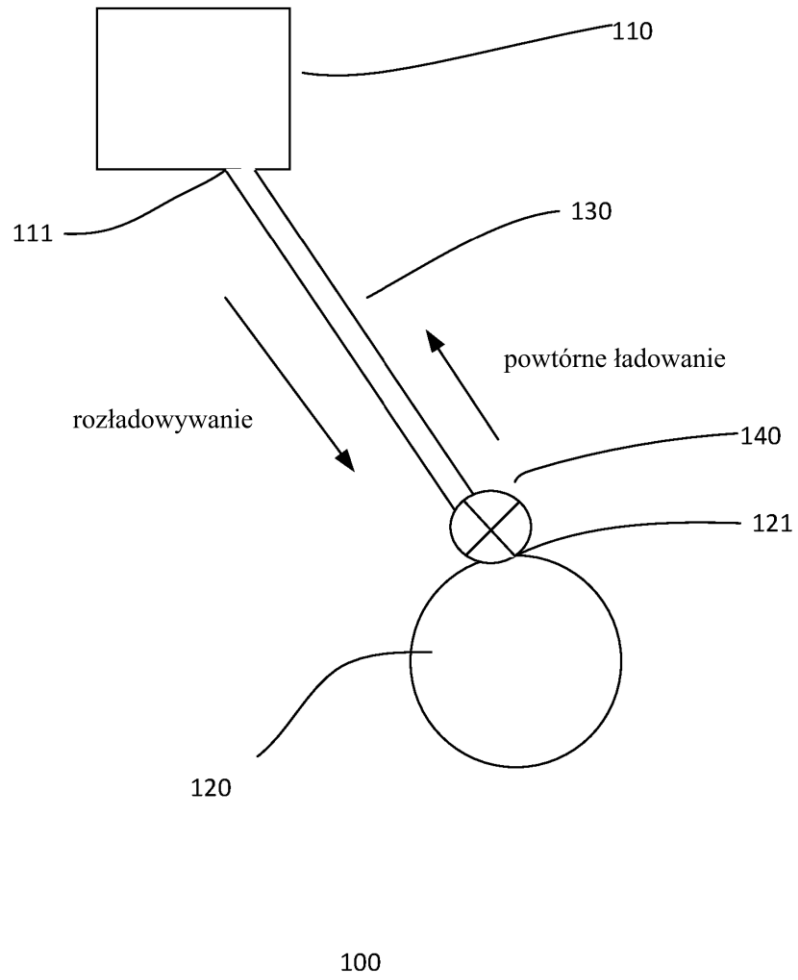


Fig. 1

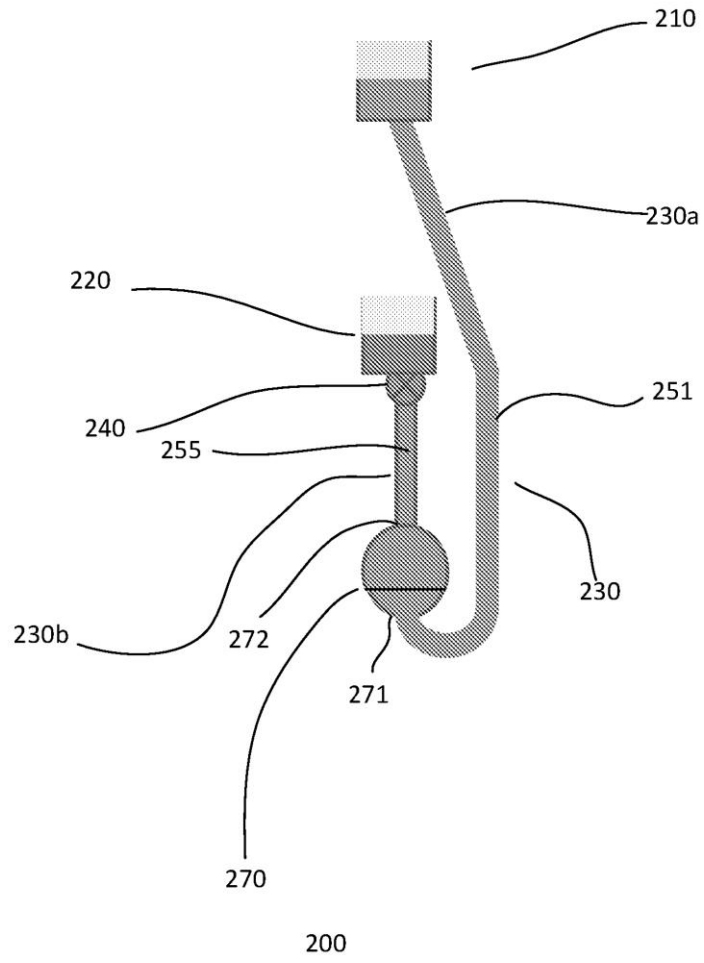


Fig. 2

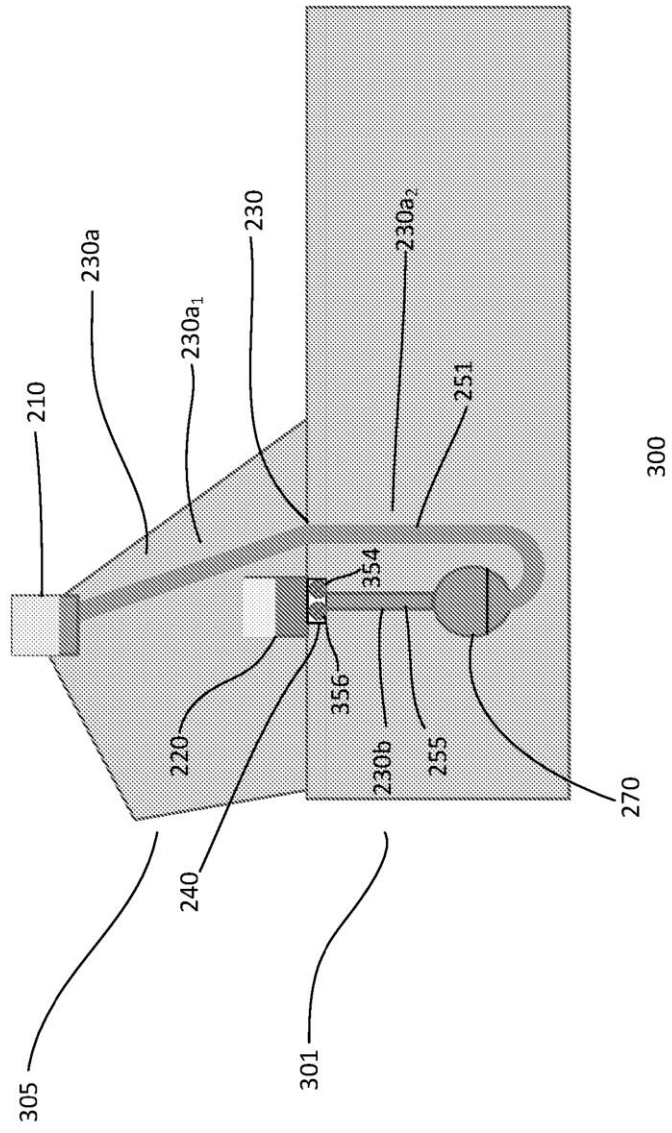
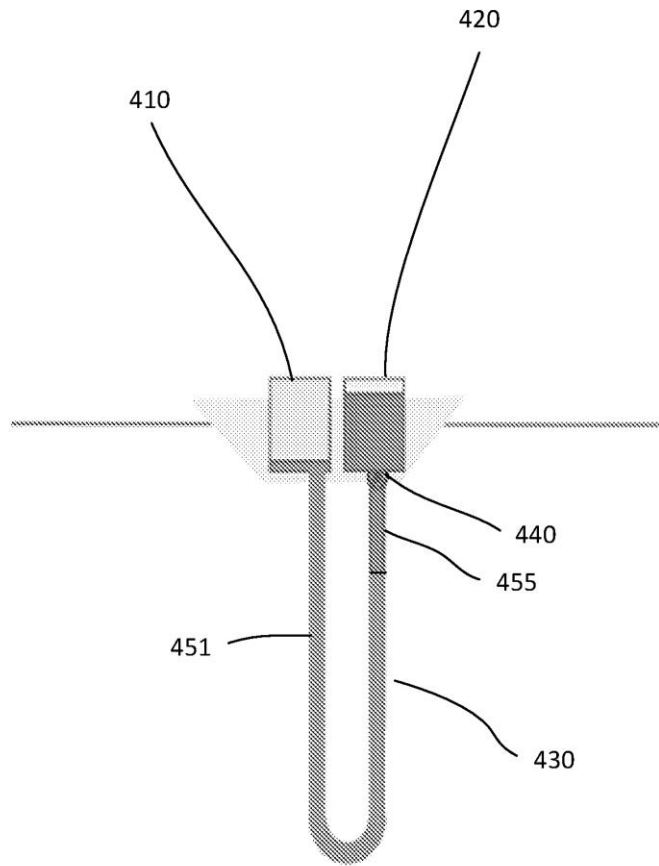


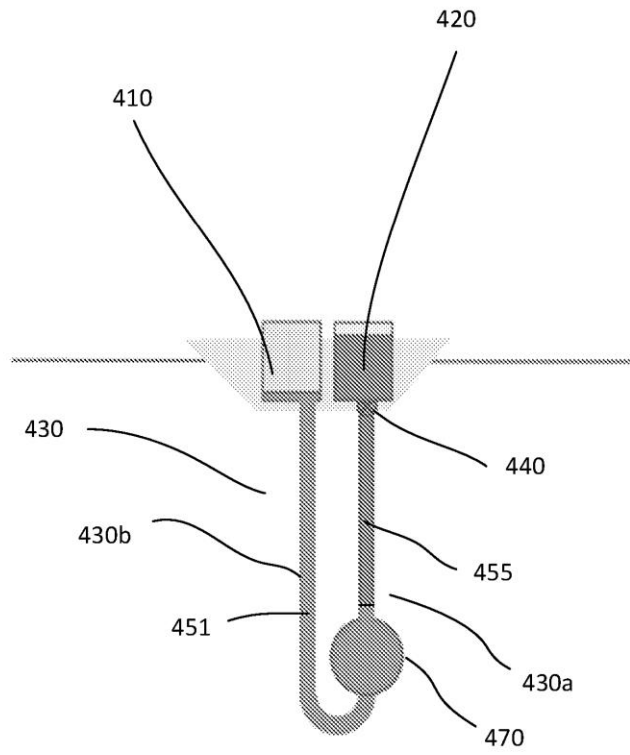
Fig. 3





400a

Fig. 4a



400b

Fig. 4b

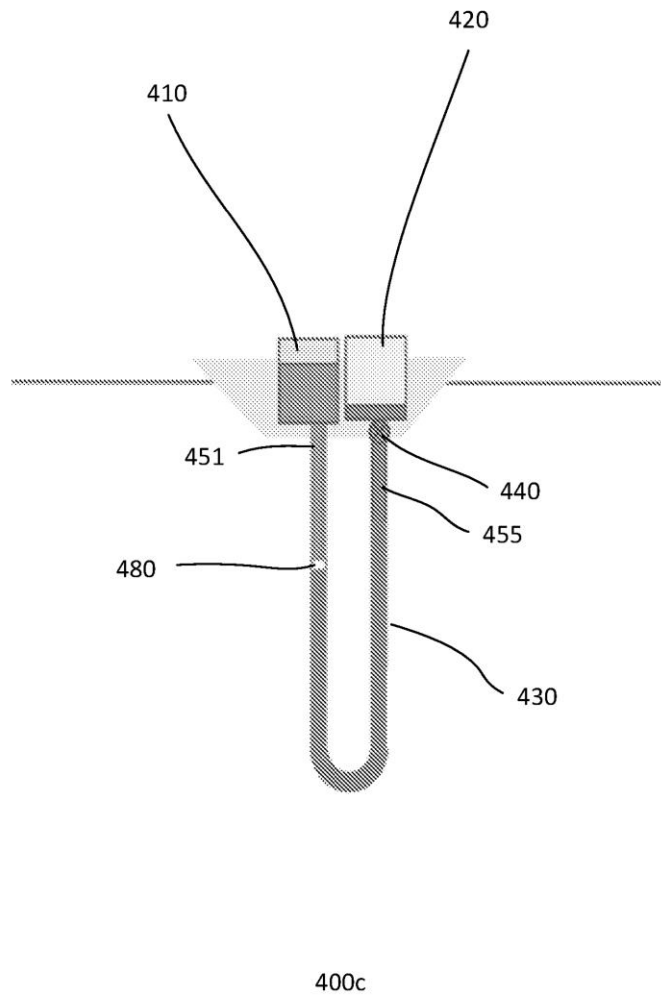


Fig. 4c

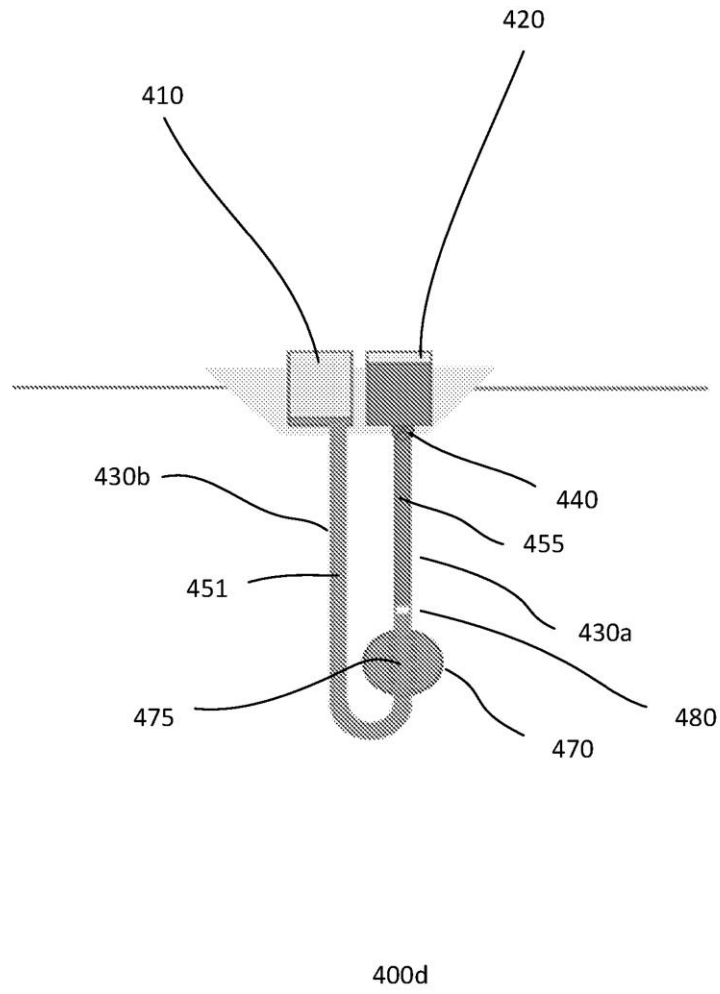


Fig. 4d

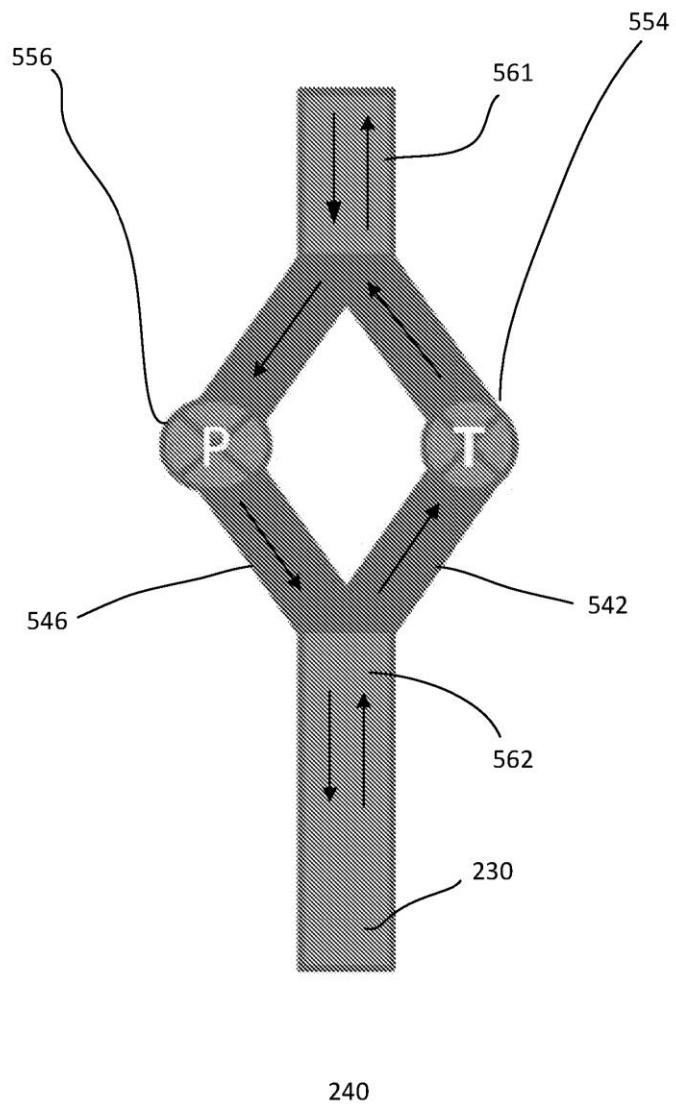


Fig. 5