

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-36376

(P2013-36376A)

(43) 公開日 平成25年2月21日(2013.2.21)

(51) Int.Cl.
F03B 13/24 (2006.01)

F I
F03B 13/24

テーマコード(参考)
3H074

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2011-172439 (P2011-172439)
(22) 出願日 平成23年8月6日(2011.8.6)

(71) 出願人 511193134
海洋エネルギーエンジニアリング株式会社
東京都港区高輪4丁目13-6
(74) 代理人 100094835
弁理士 島添 芳彦
(72) 発明者 宮▲ざき▼ 武晃
東京都港区高輪4丁目13-6 海洋エネ
ルギーエンジニアリング株式会社内
(72) 発明者 茅野 秀則
東京都港区高輪4丁目13-6 海洋エネ
ルギーエンジニアリング株式会社内
Fターム(参考) 3H074 AA04 AA12 BB09 BB15 BB21
BB30 CC22

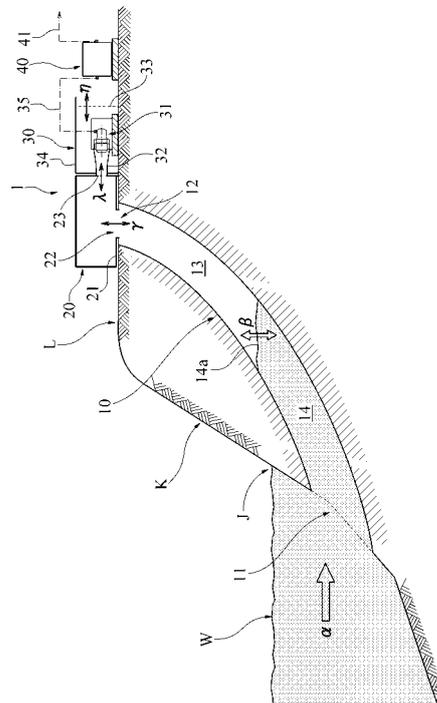
(54) 【発明の名称】 波力発電システム及びその構築方法

(57) 【要約】

【課題】多くの海岸部の地形及び環境に適応可能な簡素な構造を有し、材料費又は資材費や、建設費等を低廉化することができ、しかも、優れた耐力及び耐久性を発揮し得る固定式振動水柱型波力発電システムを提供する。

【解決手段】波浪エネルギー吸収装置(10)は、一端が海面下において海洋に開口し、他端が陸地において開口した穴又は坑を沿岸の地盤又は岩盤(L)に掘削又は削孔することにより形成される。波浪エネルギー吸収装置は、穴又は坑内の海水面(14a)の上下動により空気圧が変動する空気室(13)を海水面の上方域に有する。バッファタンク(20)が穴又は坑の陸地側開口部(12)に連結され、空気室の圧力変動により発生する往復気流()の微細な圧力変動を緩和する。往復気流は、バッファタンクを介して発電装置(31)に供給される。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

海水面の上下動により発生する空気の振動流によって発電装置を作動させる固定式振動水柱型波力発電システムにおいて、

一端が海面下において海洋に開口し、他端が陸地において開口した穴又は坑を沿岸の地盤又は岩盤に掘削又は削孔することにより形成され、前記穴又は坑内の海水面の上下動により空気圧が変動する空気室を前記海水面の上方域に画成する波浪エネルギー吸収装置と

、
前記穴又は坑の陸地側開口部に連結され、前記空気室の圧力変動により発生する往復気流の微細な圧力変動を緩和するバッファタンクと、

前記往復気流がバッファタンクを介して供給され、該往復気流によって作動して発電する発電装置とを有することを特徴とする固定式振動水柱型波力発電システム。

【請求項 2】

前記往復気流を一定方向の気流に調整又は変換する気流変換手段を前記バッファタンクに設け、或いは、前記バッファタンクと前記発電装置との間に介装し、一定方向の気流が前記発電装置に供給されるようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の固定式振動水柱型波力発電システム。

【請求項 3】

複数の波浪エネルギー吸収装置を前記バッファタンクに並列に接続したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の固定式振動水柱型波力発電システム。

【請求項 4】

前記波浪エネルギー吸収装置の海洋側部分は、前記穴又は坑の海洋側開口部から斜め上方に地盤又は岩盤内に延びることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の固定式振動水柱型波力発電システム。

【請求項 5】

前記波浪エネルギー吸収装置は、前記穴又は坑の海洋側開口部から地盤又は岩盤内に延び且つ断面が拡大された海洋側部分と、前記穴又は坑の陸地側開口部から地盤又は岩盤内に延び且つ前記海洋側部分の断面よりも断面を縮小した陸地側部分とを有し、前記海水面は、前記海洋側部分に形成され、前記陸地側部分は、前記空気室に発生した往復気流を前記バッファタンクに供給する流路を構成することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1

【請求項 6】

海水面の上下動により発生する空気振動流によって発電装置を作動させる固定式振動水柱型波力発電システムの構築方法において、

一端が海面下において海洋に開口し、他端が陸地において開口する穴又は坑を沿岸の地盤又は岩盤に掘削又は削孔して、前記穴又は坑内の海水面の上下動により空気圧が変動する空気室を該海水面の上方域に画成する波浪エネルギー吸収装置を形成し、

前記空気室の圧力変動により発生する往復気流の微細な圧力変動を緩和するバッファタンクを前記穴又は坑の陸地側開口部に連結し、

該往復気流によって作動して発電する発電装置を陸地側において前記バッファタンクに連結することを特徴とする固定式振動水柱型波力発電システムの構築方法。

【請求項 7】

一定方向の気流を前記発電装置に供給するために前記往復気流を一定方向の気流に調整又は変換する気流変換手段を前記バッファタンクに設け、或いは、該バッファタンクと前記発電装置との間に介装することを特徴とする請求項 6 に記載の構築方法。

【請求項 8】

複数の波浪エネルギー吸収装置を前記バッファタンクに並列に接続することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の構築方法。

【請求項 9】

前記波浪エネルギー吸収装置の海洋側部分が前記穴又は坑の海洋側開口部から斜め上方

10

20

30

40

50

に地盤又は岩盤内に延びるように前記穴又は坑を掘削又は削孔することを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の構築方法。

【請求項 10】

陸地側の地盤面又は岩盤面から前記穴又は坑を掘削又は削孔して、該穴又は坑の先端部を海面下において海洋に開口させた後、前記穴又は坑の海洋側部分を拡張し、これにより、断面が拡大し且つ前記空気室を有する海洋側部分と、断面が相対的に縮小した陸地側部分とを前記波浪エネルギー吸収装置に形成し、前記空気室に発生した往復気流を前記バッファタンクに供給する流路を前記陸地側部分によって形成することを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の構築方法。

【請求項 11】

海水面の上下動により発生する空気振動流によって発電装置を作動させる固定式振動水柱型波力発電システムを用いた発電方法において、

一端が海面下において海洋に開口し、他端が陸地において開口した穴又は坑を沿岸の地盤又は岩盤に掘削又は削孔することにより形成した波浪エネルギー吸収装置を使用して、前記穴又は坑内の海水面の上下動により前記波浪エネルギー吸収装置の空気室内に発生する空気圧の変動により往復気流を発生させ、

陸地側に設置したバッファタンク内に前記往復気流を供給して、前記空気室の圧力変動により発生する往復気流の微細な圧力変動を緩和し、

前記バッファタンクに供給された前記往復気流を該バッファタンクから発電装置に供給し、前記往復気流により前記発電装置を作動して発電することを特徴とする発電方法。

【請求項 12】

前記往復気流を一定方向の気流に調整又は変換し、一定方向の気流によって前記発電装置を作動して発電することを特徴とする請求項 11 に記載の発電方法。

【請求項 13】

複数の波浪エネルギー吸収装置の往復気流を前記バッファタンク内に並列に供給することを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の発電方法。

【請求項 14】

入波エネルギーを前記穴又は坑の海洋側開口部から斜め上方に前記波浪エネルギー吸収装置内に供給することを特徴とする請求項 11 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の発電方法。

【請求項 15】

前記穴又は坑の海洋側開口部から地盤又は岩盤内に延び且つ断面が拡大した前記波浪エネルギー吸収装置の海洋側部分に空気室を形成するとともに、断面が相対的に縮小した波浪エネルギー吸収装置の陸地側部分を介して前記海洋側部分を前記バッファタンクと連通させ、前記空気室の圧力変動により発生した往復気流を前記陸地側部分から前記バッファタンクに供給することを特徴とする請求項 11 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の発電方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は波力発電システム及びその構築方法に関するものであり、より詳細には、振動水柱の振動により空気室内に発生する空気振動流によって発電装置を作動させる固定式振動水柱型の波力発電システム及びその構築方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

海洋の波浪エネルギーを利用して発電する波力発電システムが知られている。波力発電システムをそのエネルギー変換方式より分類すると、主として、振動水柱型、可動物体型及び越波型に大別される。振動水柱型の波力発電システムは、装置内に配設した空気室を海面下で海洋に連通させ、海面の上下動により生じる空気振動流によって空気タービンを

10

20

30

40

50

回転させて発電する方式の発電システムである。可動物体型の波力発電システムは、波浪エネルギーによって運動する可動物体を用い、可動物体を介して波のエネルギーを機械的運動エネルギーに変換して発電する方式の発電システムである。また、越波型の波力発電システムは、波を貯水池等に超波させて過渡的に貯留し、貯水池内の海水を導水溝によって重力下に海に排水する際に導水溝の水車を回転させて発電する方式の発電システムである。

【 0 0 0 3 】

また、波力発電システムをその設置方式より分類すると、装置を海面又は海中に浮遊させる浮体式と、装置を沖合又は沿岸部に固定する固定式とに大別される。固定式の振動水柱型波力発電システムの構成が、例えば、特開平10-246171号公報（特許文献1）に記載されている。

10

【 0 0 0 4 】

図17は、固定式振動水柱型波力発電システムの構成を概略的に示す断面図である。一般に、固定式振動水柱型波力発電システムSの構造体は、港湾等の海底Bに施工した広面積のマウンドMと、マウンドM上に構築された鉄筋コンクリート構造の防波堤N及びケーソンCとから構成される。海水Wの海面下に開口する空気室Aと、発電装置Gを収容する発電室Dと、各種計器類を収容する制御室Eとが、ケーソンCによって形成される。防波堤N及びケーソンCは、水面波のエネルギーを流体エネルギー（空気圧）に変換する一次変換装置を構成し、空気室Aは、波浪エネルギーを吸収する波浪エネルギー吸収装置を構成する。

20

【 0 0 0 5 】

矢印で示す海洋波の入波エネルギーにより、空気室A内の水柱が上下方向に振動する。空気室A内の水面が矢印方向に上下動するので、空気室Aの上部空間（空気柱）の空気圧が変動し、矢印で示す往復気流が、通気孔Iを流通する。発電装置Gが通気孔Iに接続される。発電装置Gは往復気流により作動する。発電装置Gは、一次変換装置（防波堤N及びケーソンC）によって得られた流体エネルギー（空気圧）を電気エネルギーに変換する二次変換装置を構成する。発電装置Gとして、往復気流の作用により常に一定方向に回転する形式のウェルズタービン又は衝動型タービンを備えた発電装置が一般に使用される。発電装置Gの発電機によって発生した電力は、送電線等（図示せず）によって系外に送電される。なお、発電室Dは、発電室D内の空間を外気と連通せしめる給排気口Oを備え、往復気流に相応した吸気流又は排気流が、矢印で示すように給排気口Oを流通する。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献1 】 特開平10-246171号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、このような従来 of 固定式振動水柱型波力発電システムにおいては、波力に対する安定性を確保するために、構造体（防波堤及びケーソン）の自重を増大する必要があるため、構造体の材料費又は資材費等が高み、しかも、このような構造体を沖合又は沿岸部の海中又は海上において施工する必要が生じることから、構造体の建設費が高額化する傾向がある。

40

【 0 0 0 8 】

また、固定式振動水柱型波力発電システムの設置場所は、防波堤及びケーソン等の構造体を施工可能な環境及び地形に限定される。

【 0 0 0 9 】

更に、固定式振動水柱型波力発電システムは、構造が比較的簡素であり、台風等の異常波浪に対する対策を講じ易いという点で可動物体型及び越波型の波力発電システムに比べ

50

て有利であるが、構造体の設計・施工においては、コンクリート等の経年劣化、塩害等に対する耐久性や、異常波浪、津波等のような極めて大きな外力に対する構造体強度等に関し、格別の考慮が必要となる。

【0010】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、多くの海岸部の地形及び環境に適応可能な簡素な構造を有し、材料費又は資材費や、建設費等を低廉化することができ、しかも、優れた耐力及び耐久性を発揮し得る固定式振動水柱型波力発電システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成すべく、本発明は、海水面の上下動により発生する空気の振動流によって発電装置を作動させる固定式振動水柱型波力発電システムにおいて、

一端が海面下において海洋に開口し、他端が陸地において開口した穴又は坑を沿岸の地盤又は岩盤に掘削又は削孔することにより形成され、前記穴又は坑内の海水面の上下動により空気圧が変動する空気室を前記海水面の上方域に画成する波浪エネルギー吸収装置と

、前記穴又は坑の陸地側開口部に連結され、前記空気室の圧力変動により発生する往復気流の微細な圧力変動を緩和するバッファタンクと、

前記往復気流がバッファタンクを介して供給され、該往復気流によって作動して発電する発電装置とを有することを特徴とする固定式振動水柱型波力発電システムを提供する。

【0012】

本発明は又、海水面の上下動により発生する空気振動流によって発電装置を作動させる固定式振動水柱型波力発電システムの構築方法において、

一端が海面下において海洋に開口し、他端が陸地において開口する穴又は坑を沿岸の地盤又は岩盤に掘削又は削孔して、前記穴又は坑内の海水面の上下動により空気圧が変動する空気室を該海水面の上方域に画成する波浪エネルギー吸収装置を形成し、

前記空気室の圧力変動により発生する往復気流の微細な圧力変動を緩和するバッファタンクを前記穴又は坑の陸地側開口部に連結し、

該往復気流によって作動して発電する発電装置を陸地側において前記バッファタンクに連結することを特徴とする固定式振動水柱型波力発電システムの構築方法を提供する。

【0013】

本発明の上記構成によれば、波浪エネルギー吸収装置は、沿岸の地盤又は岩盤によって形成される。波浪エネルギー吸収装置内の下部領域には、海洋側の開口を介して海洋の海水と連続する振動水柱が形成される。波浪エネルギーによる振動水柱の振動により穴又は坑内の海水面が上下動し、空気室の空気圧が変動する。空気室の空気は、往復気流としてバッファタンクに供給される。バッファタンクは、往復気流の微細な空気圧変動を緩和して発電装置に供給し、発電装置は往復気流により作動し、発電する。このような構成の波力発電システムによれば、波浪エネルギー吸収装置は、沿岸の地盤又は岩盤によって形成されるので、多くの海岸部の地形及び環境に適応可能な簡素な構造を有する。また、本発明によれば、従来装置のように防波堤及びケーソン等のような比較的大規模な人工構造物を要しないので、構造体構築のための材料費又は資材費を大幅に軽減することができる。更に、本発明によれば、人工構造物を沖合又は沿岸部の海中又は海上で施工する必要がないので、構造体の建設費及び建設工事は大幅に軽減又は簡略化する。しかも、本発明の波浪エネルギー吸収装置は、自然の地盤又は岩盤によって強固に形成されるので、異常波浪や津波等の際に生じる大きな外力に耐え得る優れた耐力及び耐久性を発揮する。

【0014】

他の観点により、本発明は、海水面の上下動により発生する空気振動流によって発電装置を作動させる固定式振動水柱型波力発電システムを用いた発電方法において、

一端が海面下において海洋に開口し、他端が陸地において開口した穴又は坑を沿岸の地盤又は岩盤に掘削又は削孔することにより形成した波浪エネルギー吸収装置を使用して、

前記穴又は坑内の海水面の上下動により前記波浪エネルギー吸収装置の空気室内に発生する空気圧の変動により往復気流を発生させ、

陸地側に設置したバッファタンク内に前記往復気流を供給して、前記空気室の圧力変動により発生する往復気流の微細な圧力変動を緩和し、

前記バッファタンクに供給された前記往復気流を該バッファタンクから発電装置に供給し、前記往復気流により前記発電装置を作動して発電することを特徴とする発電方法を提供する。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、多くの海岸部の地形及び環境に適応可能な簡素な構造を有し、材料費又は資材費や、建設費等を低廉化することができ、しかも、優れた耐力及び耐久性を發揮し得る固定式振動水柱型波力発電システム及びその構築方法を提供することができる。

【0016】

また、本発明の発電方法によれば、自然に存在する海岸部の地形及び環境を利用して波力発電を合理的且つ効率的に実施することができ、しかも、このような波力発電方法は、環境負荷軽減や、自然保護等の観点より、極めて有益である。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、本発明の実施例に係る固定式振動水柱型波力発電システムの構成を示す概略斜視図である。

【図2】図2は、図1に示す発電システムの縦断面図である。

【図3】図3は、図1及び図2に示す発電システムの変形例を示す概略平面図である。

【図4】図4は、図1及び図2に示す発電システムの他の変形例を示す概略平面図である。

【図5】図5は、図1及び図2に示す発電システムの更に他の変形例を示す概略斜視図である。

【図6】図6は、図1及び図2に示す発電システムの更なる変形例を示す概略斜視図である。

【図7】図7は、本発明の他の実施例に係る固定式振動水柱型発電システムの構成を示す概略斜視図である。

【図8】図8は、図7に示す発電システムの縦断面図である。

【図9】図9(A)及び図9(B)は、図7及び図8に示す弁装置の構成を示す平面図及び正面図である。

【図10】図10は、図9に示す弁装置の機能を説明するための概略断面図である。

【図11】図11(A)は、空気室の空気圧変動を例示する線図であり、図11(B)は、バッファタンク内の空気圧変動を例示する線図である。

【図12】図12(A)、図12(B)及び図12(C)は、波浪エネルギー吸収装置の形状を検討するために製作した3種類の波浪エネルギー吸収装置の試験機を示す斜視図であり、図12(D)及び図12(E)は、各試験機の波浪エネルギー吸収能力に関する実験の実験方法を示す概略断面図である。

【図13】図13は、波浪エネルギー吸収能力に関する実験の実験結果を示す線図である。

【図14】図14は、波浪エネルギー吸収能力に関する実験の他の実験結果を示す線図である。

【図15】図15は、本発明の他の実施例に係る固定式振動水柱型波力発電システムの構成を示す縦断面図である。

【図16】図16は、本発明の更に他の実施例に係る固定式振動水柱型波力発電システムの構成を示す縦断面図である。

【図17】図17は、従来の固定式振動水柱型波力発電システムの構成を概略的に示す縦断面図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明の或る実施形態によれば、往復気流を一定方向の気流に調整又は変換する気流変換手段がバッファタンクに設けられ、或いは、バッファタンクと発電装置との間に介装され、一定方向の気流が発電装置に供給される。往復気流によって作動する発電装置として、往復気流の作用により常に一定方向に回転するウェルズタービン又は衝動型タービンを備えた構成のものが一般に使用されるが、このような気流変換手段を備えた発電システムにおいては、ラジアルタービン、軸流タービン等を備えた汎用の発電装置を使用することができる。

【0019】

本発明の他の実施形態によれば、複数の波浪エネルギー吸収装置がバッファタンクに並列に接続される。バッファタンクは、このような複数の波浪エネルギー吸収装置の往復気流を集合して一元的に発電装置に供給する。このような構成によれば、複数の波浪エネルギー吸収装置に発生した往復気流がバッファタンクに同時に供給されるので、波浪エネルギーを効果的に吸収することができる。

【0020】

好ましくは、波浪エネルギー吸収装置の海洋側部分は、穴又は坑の海洋側開口部から斜め上方に地盤又は岩盤内に延びるように地盤又は岩盤に掘削又は削孔される。入波エネルギーは、海洋側開口部から斜め上方に波浪エネルギー吸収装置に供給される。

【0021】

更に好ましくは、波浪エネルギー吸収装置は、穴又は坑の海洋側開口部から地盤又は岩盤内に延び且つ断面が拡大された海洋側部分と、穴又は坑の陸側開口部から地盤又は岩盤内に延び且つ海洋側部分の断面よりも断面を縮小した陸地側部分とを有する。海水面は、海洋側部分に形成され、陸地側部分は、空気室に発生した往復気流をバッファタンクに供給する流路を構成する。海洋側部分の空気室の圧力変動により発生した往復気流は、陸地側部分の流路によってバッファタンクに供給される。

【実施例】

【0022】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施例について詳細に説明する。

【0023】

図1及び図2は、本発明の実施例に係る固定式振動水柱型波力発電システムの構成を示す概略斜視図及び縦断面図である。

【0024】

図1及び図2には、海岸部又は沿岸部に一般に観られる地形及び環境として、海水Wの波打ち帯Jから陸地Lに向かって比較的急勾配に隆起する海崖(又は浜崖)Kが示されている。陸地L及び海崖Kは、海岸線に沿って延びる自然の地形である。本実施例の固定式振動水柱型波力発電システム1(以下、「発電システム1」という。)は、陸地L及び海崖Kの地盤又は岩盤によって形成された波浪エネルギー吸収装置10を有する。波浪エネルギー吸収装置10は、地盤又は岩盤を掘削又は削孔した概ね等断面且つ円形断面の穴又は坑からなり、海水Wの水面下に開口する海洋側の開口部11と、陸地Lの地盤面又は岩盤面に開口した陸地側の開口部12とを有する。波浪エネルギー吸収装置10の掘削又は削孔においては、掘削装置又は削孔装置を陸地Lの地盤面又は岩盤面に設置し、陸地L上の開口部12の位置から開口部11の位置に向かって穴又は坑を掘削又は削孔すれば良い。必要に応じて、開口部11、12の開口を画成する構造版、構造枠等が地盤又は岩盤に固定される。所望により、波浪エネルギー吸収装置10の内周面にライニング処理等が施される。

【0025】

図2に示すように、波浪エネルギー吸収装置10は、全体的に若干湾曲して斜め下方に延び、開口部11によって海水Wの水面下に開口する。開口部11を介して海水Wが坑内下部領域に流入しており、空気室13が坑内上部領域に形成される。矢印で示す海洋波

10

20

30

40

50

浪の入波エネルギーにより、坑内下部領域の水柱 14 が上下方向に振動する。水柱 14 の水面 14 a が矢印 方向に上下動するので、空気室 13 内の空気柱の空気圧が変動する。

【 0026 】

バッファタンク 20 及び発電室 30 が、陸地 L の地盤面又は岩盤面に設置され、空気タービン型発電装置 31 が、発電室 30 内に配設される。バッファタンク 20 は、概ね直方体形状を有する鉄筋コンクリート構造又は鋼構造の気密シェルターからなる。所望により、金属製気密タンク等をバッファタンク 20 として用いても良い。発電室 30 は、バッファタンク 20 に隣接して構築された鉄筋コンクリート構造又は鋼構造のシェルター 34 からなる。発電室 30 は、発電室 30 の室内空間を外気と連通せしめる給排気口 33 を備える。

10

【 0027 】

バッファタンク 20 の底壁 21 は開口部 22 を有する。開口部 22 の外周部は、気密連結手段（図示せず）によって波浪エネルギー吸収装置 10 の開口部 12 に連結される。空気室 13 内の空気圧変動に相応して、矢印 で示す往復気流が開口部 12、22 を介してバッファタンク 20 に供給される。バッファタンク 20 は、開口部 12、22 を介して流入又は流出する空気の微細な圧力変化、或いは、不規則な圧力変動を緩和して発電装置 31 の回転運動を安定化する圧力緩衝手段として機能する。バッファタンク 20 は又、異常波浪時の波高上昇等により、波浪エネルギー吸収装置 10 内の海水が発電室 30 に進入又は到達し、或いは、海水が発電装置 31 にかかるのを防止する発電装置保護手段として機能する。好ましくは、バッファタンク 20 は、バッファタンク 20 内に進入した海水を排水するための排水口、排水溝、排水管等の排水設備又は排水手段を備える。

20

【 0028 】

バッファタンク 20 内の空気圧は、空気室 13 の空気圧変動に応答して変動する。空気搬送ダクト 32 が、発電装置 31 のタービン部とバッファタンク 20 の開口部 23 との間に介装される。矢印 で示す往復気流が空気搬送ダクト 32 を介して発電装置 31 のタービン部に作用してタービン部を回転駆動し、発電装置 31 の発電機が発電する。発電装置 31 として、往復気流 の作用により常に一定方向に回転するウェルズタービン又は衝動型タービンを備えた発電装置を好ましく使用し得る。なお、往復気流 に相応した吸気流又は排気流が、矢印 で示すように発電室 30 の給排気口 33 を流通する。

30

【 0029 】

発電装置 31 の発電機が発電した電気は、給電線 35 を介して陸地 L 上の蓄電装置（バッテリー）40 に給電され、蓄電される。蓄電装置 40 には、電力を系外に送電するため送電線 41 が接続される。

【 0030 】

このような構成の発電システム 1 によれば、海洋波浪の入波エネルギーによって波浪エネルギー吸収装置 10 内の水柱 14 が上下方向に振動すると、水柱 14 の水面 14 a が矢印 方向に上下動するので、空気室 13 の空気圧が変動し、往復気流 がバッファタンク 20 内に流入し又はバッファタンク 20 から流出する。バッファタンク 20 内の空気圧変動に応答して、往復気流 が、発電装置 31 のタービン部に作用してタービン部を回転駆動し、発電装置 31 の発電機が発電する。発電装置 31 が発電した電気は蓄電装置 40 に蓄電され、系外に適宜送電される。

40

【 0031 】

図 3 ~ 図 6 は、図 1 及び図 2 に示す発電システム 1 の変形例を示す平面図及び斜視図である。

【 0032 】

図 3 及び図 4 に示す発電システム 1 は、単一のバッファタンク 20 に対して複数の波浪エネルギー吸収装置 10 を並列に配設し、波浪エネルギーを効果的に吸収するようにした構成を備える。図 5 及び図 6 に示す発電システム 1 は、単一のバッファタンク 20 及び発電室 30 を単一のユニット 50 としてユニット化し、複数のユニット 50 を蓄電装置 40 に並列に接続した構成を有する。このような構成の発電システム 1 によれば、地形の条件

50

や、波の条件に適した発電システム 1、或いは、目標とする発電出力に相応した発電能力を有する発電システム 1 を波浪エネルギー吸収装置 10 の本数及び配置や、ユニット 50 の設置数又は配置等により適宜構築することができる。

【0033】

図 7 及び図 8 は、本発明の他の実施例に係る発電システム 1 の構成を示す概略斜視図及び縦断面図である。図 9 (A) 及び図 9 (B) は、図 7 及び図 8 に示す弁装置の構成を示す平面図及び正面図である。また、図 10 は、図 9 に示す弁装置の機能を説明するための概略断面図である。

【0034】

図 7 及び図 8 に示す発電システム 1 は、バッファタンク 20 の往復気流を単一方向の気流に調整するための弁装置 60 を備える。図 9 に示すように、弁装置 60 は、円筒状の金属製タンクからなる本体部分 61 と、本体部分 61 の外周面に角度間隔を隔てて放射状に連結された吸気弁 62 と、本体部分 61 の頂部に連結された逆止弁 63 とから構成される。本体部分 61 の底板部 64 には、開口部 65 が形成される。図 8 に示すように、バッファタンク 20 の頂壁 24 に開口部 25 が形成され、開口部 65 は、開口部 25 に対して整列配置される。開口部 25、65 の外周部は、気密連結手段によって相互連結される。給気ダクト 70 の上流端が、逆止弁 63 の頂部に連結され、給気ダクト 70 の下流端が発電装置 31 の空気搬送ダクト 32 に連結される。

10

【0035】

図 9 に示すように、吸気弁 62 は、円筒状弁ケーシング 62 a と、弁ケーシング 62 a の頂部に連結された吸気流路 62 b とを有する。弁ケーシング 62 a の底壁 62 c には、弁開口 68 が形成される。また、逆止弁 63 は、円筒状弁ケーシング 63 a を有する。弁ケーシング 63 a の底壁 63 c には、弁開口 69 が形成される。樹脂製の球状弁体 66、67 が、弁ケーシング 62 a、63 a 内に夫々収容される。

20

【0036】

弁装置 60 の機能が図 10 に示されている。図 10 (A) に示す波の上昇時には、入波エネルギーによって水柱 14 が上昇し (矢印 ')、空気室 13 が昇圧される。逆止弁 63 の球状弁体 67 は、空気室 13 の圧力上昇によって上方に押圧され、弁開口 69 から離座し、この結果、弁開口 69 は開放する。空気室 13 の空気圧は、吸気流路 62 b (図 9) を介して吸気弁 62 の球状弁体 66 に作用し、球状弁体 66 を下方に押圧する。球状弁体 66 は、弁開口 68 に着座し、弁開口 68 を閉鎖する。吸気弁 62 が閉鎖し、逆止弁 63 が開放するので、空気室 13 の空気は、発電装置 31 に向かう気流として給気ダクト 70 に給送され、発電装置 31 の空気搬送ダクト 32 (図 8) を介して発電装置 31 (図 8) のタービン部に供給される。

30

【0037】

図 10 (B) に示す波の降下時には、水柱 14 が降下し (矢印 ")、空気室 13 が減圧される。吸気弁 62 の球状弁体 66 は、空気室 13 の空気圧と大気圧との差圧によって弁開口 68 から離座し、弁開口 68 を開放する。吸気弁 62 が開放するので、吸気弁 62 を介して大気が空気室 13 に流入する。他方、逆止弁 63 の球状弁体 67 は、空気室 13 の減圧によって弁開口 69 に着座し、この結果、弁開口 69 は閉鎖する。波の降下時に逆止弁 63 が閉鎖するので、給気ダクト 70 から空気室 13 への空気の逆流は、阻止される。

40

【0038】

従って、空気室 13 の昇圧時には、気流が発電装置 31 のタービン部に給送され、空気室 13 の減圧時には、逆止弁 63 が閉鎖され、給気ダクト 70 から空気室 13 への空気の逆流は阻止されるので、単一方向の気流が発電装置 31 のタービン部に間欠的に給送される。

【0039】

このように単一方向の気流のみを発電装置 31 に供給する弁装置 60 を備えた発電システム 1 によれば、発電装置 31 のタービンとして汎用のラジアルタービン装置、軸流タ

50

ーピン装置等を用いることが可能となる。

【0040】

図11(A)は、発電システム1における空気室13の空気圧変動を示す線図であり、図11(B)は、発電システム1におけるパフータンク20内の空気圧変動を示す線図である。

【0041】

図11(A)には、波浪エネルギー吸収装置10の空気室13内に生じる空気圧変動の状態が概略的に示されている。空気室13の空気圧は海水面の上下動に応答して変動するが、微細な圧力変動を伴う不規則な圧力変化が空気室13に発生する。図11(B)には、パフータンク20内に生じる空気圧変動の状態が概略的に示されている。図11(B)に示されるように、空気室13に観られる微細な圧力変化は、パフータンク20内に発生しない。従って、パフータンク20を空気室13と発電装置31との間に介装することにより、小刻み且つ急峻に空気圧が変化し、微細な圧力変動が平準化され、発電装置31に供給される空気流が安定するので、発電装置31の回転運動は安定する。

【0042】

図12(A)、図12(B)及び図12(C)は、波浪エネルギー吸収装置の形状を検討するために試作した3種類の波浪エネルギー吸収装置の試験機を示す斜視図である。図12(D)及び図12(E)は、波浪エネルギー吸収能力に関する実験の実験方法を示す実験装置の概略断面図であり、図13及び図14は、その実験結果を示す線図である。

【0043】

図12(A)、図12(B)及び図12(C)には、直立円筒型、ケーソン型及び傾斜円筒型の試験機91、92、93が示されている。直立円筒型の試験機91は、全高に亘って真円形断面を有し、壁体下部の片側面に正面視方形又は矩形の開口部94を備える。ケーソン型の試験機92は、全高に亘って方形又は矩形断面を有し、壁体下部の片側面に正面視方形又は矩形の開口部95を備える。傾斜円筒型の試験機93は、垂直軸線を有する真円形断面の上部円筒93aと、軸線が傾斜した真円形断面の下部円筒93bとを一体的に接合した構造を有する。下部円筒93bの円形開口部96が試験機93の下部に開口する。

【0044】

図12(D)及び図12(E)には、試験機91、92を試験用水槽97に漬浸した状態が示されている。試験機91、92、93は、図12(D)及び図12(E)に示すように試験用水槽97に漬浸される。図12(D)には、試験機91、92の水面上昇時の状態が示されており、図12(E)には、試験機91、92の水面降下時の状態が示されている。試験機91、92、93内の水柱は、矢印で示す入波エネルギーにより、矢印'、"で示すように上下方向に振動する。

【0045】

試験機91、92、93の頂壁には、図12(D)に示すように送気管98を連結可能な送気部99が配設される。送気部99の下面は、試験機91、92、93内の空気室13に開口する。送気部99は、重力式差圧開閉型のダンパ101、102を備えたフラッタ式弁機構を備えており、空気室13内の空気を常に一定方向の空気流として送気管98に送出するように構成される。即ち、試験機91、92、93の水面降下時(図12(E))には、ダンパ101は開放し、ダンパ102は閉鎖し、従って、外気が空気室13に流入する。試験機91、92、93の水面上昇時(図12(D))には、ダンパ101は閉鎖し、ダンパ102は開放し、従って、空気室13内の空気が送気管98に送出される。

【0046】

送気管98は定圧化タンク(図示せず)に連結される。定圧化タンクは、送気管98によって供給された所定圧力の空気を累積的に貯留するように構成される。実験においては、定圧化タンクの内部空気圧 T_p と、定圧化タンク内に導入される空気の流量 Q との積、即ち、 $T_p \times Q$ を波のパワー P_t として求め、波のパワー P_t の相違に基づいて試験機9

10

20

30

40

50

1、92、93のエネルギー吸収能力を比較した。

【0047】

図13及び図14は、図12に示す実験装置を用いた実験により得られた試験機91、92、93のエネルギー吸収能力を示す線図である。図13には、定圧化タンクの内部空気圧 T_p を 3.0g/cm^2 に設定した実験により得られた試験機91、92、93のエネルギー吸収能力が示されており、図14には、定圧化タンクの内部空気圧 T_p を 5.4g/cm^2 に設定した実験により得られた試験機91、92、93のエネルギー吸収能力が示されている。

【0048】

図13及び図14に示すように、図12(C)に示す傾斜円筒型の試験機93では、図12(A)及び図12(B)に示す直立円筒型及びケーソン型の試験機91、92に比べて、パワー P_t の値が増大する。従って、波浪エネルギー吸収能力を向上するには、波浪エネルギー吸収装置10を構成する地盤又は岩盤の穴又は坑は、図2に示す如く、陸地側から海側に向かって斜め下方に傾斜するように掘削又は削孔することが望ましいと判明した。

10

【0049】

図15及び図16は、本発明の他の実施例に係る固定式振動水柱型波力発電システムの構成を示す縦断面図である。図15及び図16において、前述の実施例における各構成要素又は構成部材等と実質的に同一又は同等の構成要素又は構成部材等については、同一の参照符号が付されている。

20

【0050】

前述の実施例に係る発電システムでは、波浪エネルギー吸収装置は、概ね等断面の穴又は坑によって形成されているが、図15及び図16に示す発電システム1の波浪エネルギー吸収装置10は、断面を拡大した大口径の穴又は坑部分15(以下、「大口径部分15」という。)と、相対的に小口径の穴又は坑部分16(以下、「小口径部分16」という。)とから構成される。波浪エネルギー吸収装置10の掘削又は削孔においては、掘削装置又は削孔装置を陸地Lの地盤面又は岩盤面に設置し、回転ドリルの先端部によって陸地L上の開口部12の位置から開口部11の位置に向かって穴又は坑を掘削又は削孔した後、海中に突出したドリル回転軸の先端部に大型のドリルヘッドを装着し、ドリル回転軸を引上げながら回転させて大型ドリルヘッドにより穴又は坑を拡張又は拡張すれば良い。

30

【0051】

図15に示す波浪エネルギー吸収装置10は、開口部11から陸地側に概ね水平に延びて上方に屈曲した海洋側の大口径部分15と、開口部12から鉛直下方に延びる陸地側の小口径部分16とから構成される。大口径部分15内には、空気室13及び水柱14が形成される。水柱14は、海洋波浪の入波エネルギーにより上下方向に振動する。水柱14の水面14aが矢印方向に上下動するので、空気室13及び小口径部分16の空気柱の空気圧が変動する。小口径部分16は、往復気流をバッファタンク20に供給する流路として機能する。

【0052】

このように波浪エネルギー吸収装置10の口径又は断面を段階的に変化させることにより、バッファタンク20を設計変更することなく、開口部11の開口面積、水柱14の断面積、水面14aの表面積等を増大し、波浪エネルギー吸収装置10のエネルギー吸収能力を向上することができる。なお、相対的に断面が縮小した小口径部分16は、流路抵抗を増大する狭小断面流路、即ち、流路の絞り部分又はオリフィスとして作用するので、水面14aの上下動によって往復気流の流動抵抗又は圧力損失が増大する。しかしながら、このような空気の流動抵抗又は圧力損失の増大は、波浪エネルギー吸収装置10全体のエネルギー損失を大きく増大させず、従って、波浪エネルギー吸収装置10のエネルギー吸収効率に大きく影響しない。

40

【0053】

図16に示す波浪エネルギー吸収装置10は、大口径部分15を開口部11に向かって

50

全体的に傾斜させた構成を有する。前述のとおり、波浪エネルギー吸収装置 10 を構成する地盤又は岩盤の穴又は坑を陸地側から海側に向かって斜め下方に傾斜せしめることにより、波浪エネルギー吸収装置 10 の波浪エネルギー吸収能力は向上する。従って、図 16 に示すように、海洋側の大口径部分 15 を海洋に向かって全体的に下方に傾斜させることにより、波浪エネルギー吸収装置 10 の波浪エネルギー吸収能力を向上することができる。

【0054】

以上説明したように、波浪エネルギー吸収装置 10 を備えた上記各実施例の発電システム 1 によれば、波浪エネルギー吸収装置 10 は、沿岸部の地盤又は岩盤を掘削又は削孔することにより形成され、従って、波浪エネルギー吸収装置 10 として大型の人工構造物を施工する必要がないので、発電装置 31 等の主要機械を予め工場製作することにより、現場又は現地の作業及び工程を大幅に簡素化又は簡略化することができる。また、波浪エネルギー吸収装置 10 は、多くの海岸部の地形及び環境に適応可能な簡素な構造を有するので、施工に要する構造体の材料費、資材費や、工事費を大幅に軽減することができる。更に、波浪エネルギー吸収装置 10 は、自然の地盤又は岩盤によって形成されるので、異常波浪や津波等の大きな外力に耐える強靱な耐力及び耐久性を発揮する。加えて、本発明の上記実施例によれば、バッファタンク 20 及び発電装置 31 (又は発電室 30) をユニット化し、或いは、工場製作可能なユニット構造に設計することが可能となり、これにより、発電システム 1 の設置コストを全体的に低廉化するとともに、更なる現場工事の簡素化、材料費、資材費及び工事費の低減、工程の短縮等を図ることが可能となる。

10

20

【0055】

以上、本発明の好適な実施例について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の範囲内で種々の変形又は変更が可能である。

【0056】

例えば、上記実施例においては、円形断面の穴又は坑を地盤又は岩盤に掘削又は削孔して波浪エネルギー吸収装置を形成しているが、方形又は矩形断面、多角形断面等の穴又は坑を地盤又は岩盤に掘削又は削孔して波浪エネルギー吸収装置を形成して良い。

【0057】

また、上記実施例においては、等断面の穴又は坑、或いは、段階的に口径又は断面寸法が変化する穴又は坑によって波浪エネルギー吸収装置を形成しているが、断面が徐々に変化する穴又は坑によって波浪エネルギー吸収装置を形成しても良い。

30

【0058】

更に、バッファタンク、弁装置、発電装置等の構成や、バッファタンク、発電装置等の支持構造などは、地形、地盤の条件等に応じて、適宜変更し得るものである。

【産業上の利用可能性】

【0059】

本発明は、振動水柱の振動により空気室内に発生する空気振動流によって発電装置を作動させる固定式振動水柱型の波力発電システムに好ましく適用される。本発明によれば、多くの海岸部の地形及び環境に適応可能な簡素な構造を有し、材料費又は資材費や、建設費等を低廉化することができ、しかも、優れた耐力及び耐久性を発揮し得る固定式振動水柱型波力発電システム及びその構築方法を提供することができるので、その実用的価値は顕著である。また、本発明に係る発電方法によれば、自然に存在する海岸部の地形及び環境を利用して波力発電を合理的且つ効率的に実施することができる。このような波力発電方法は、環境負荷軽減や、自然保護等の観点より、極めて有益である。

40

【符号の説明】

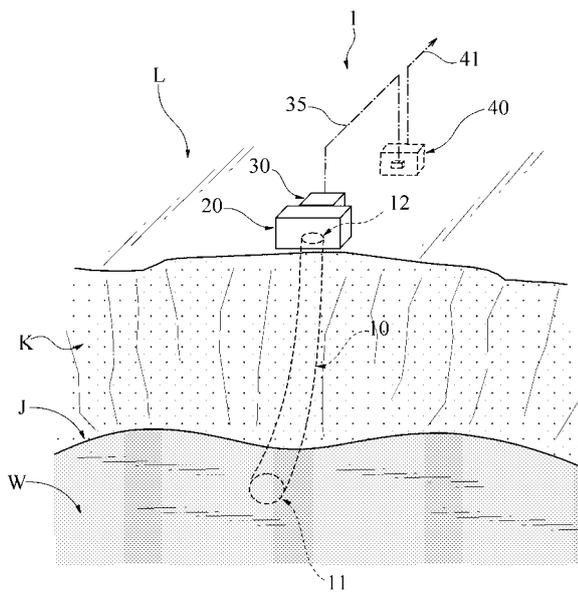
【0060】

- 1 固定式振動水柱型波力発電システム
- 10 波浪エネルギー吸収装置
- 11 海洋側開口部

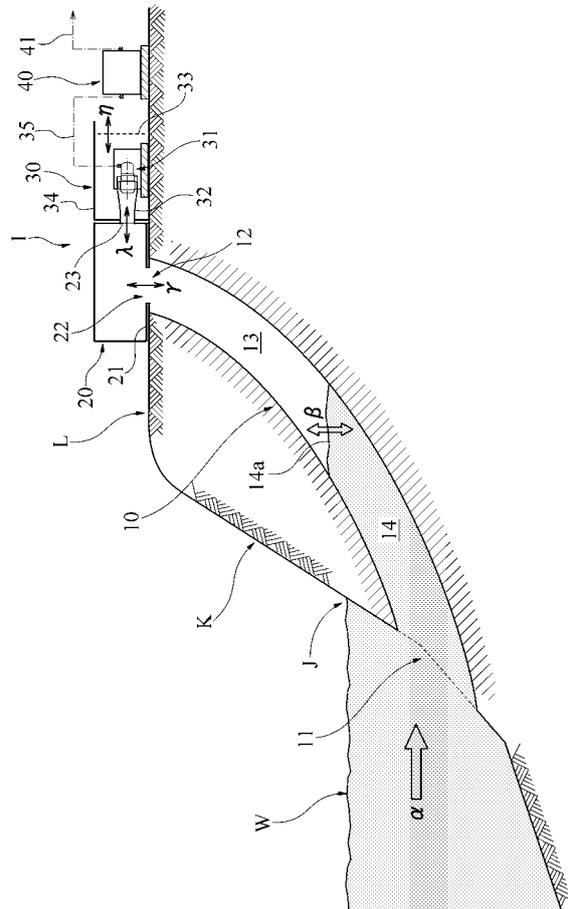
50

- 1 2 陸地側開口部
- 1 3 空気室
- 1 4 水柱
- 1 4 a 水面
- 2 0 パツファタンク
- 3 0 発電室
- 3 1 空気タービン型発電装置
- 3 2 空気搬送ダクト
- 4 0 蓄電装置
- W 海水
- 入波エネルギー
- 、 往復気流

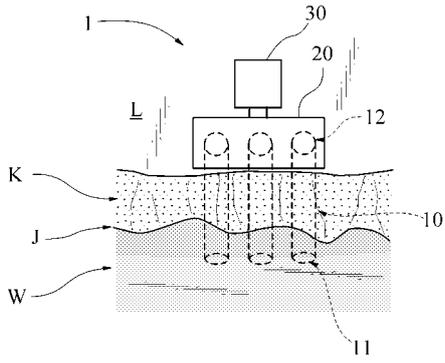
【図 1】



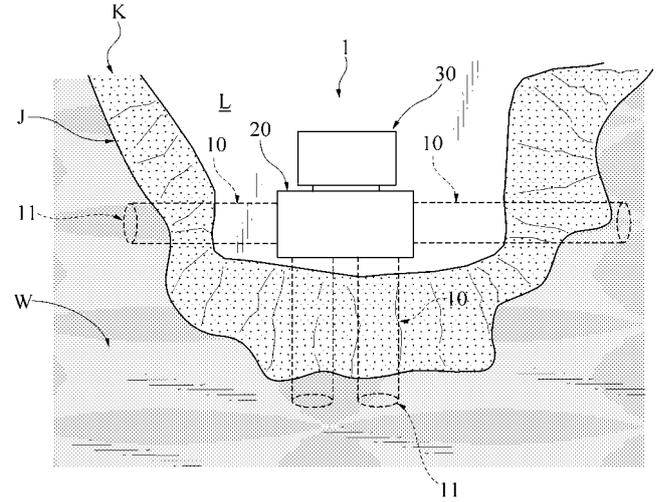
【図 2】



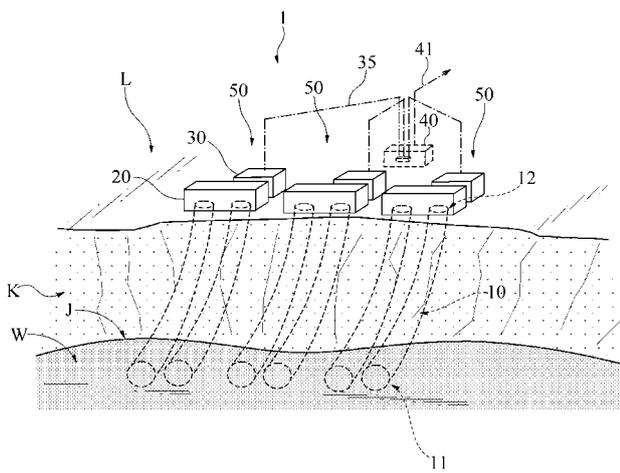
【 図 3 】



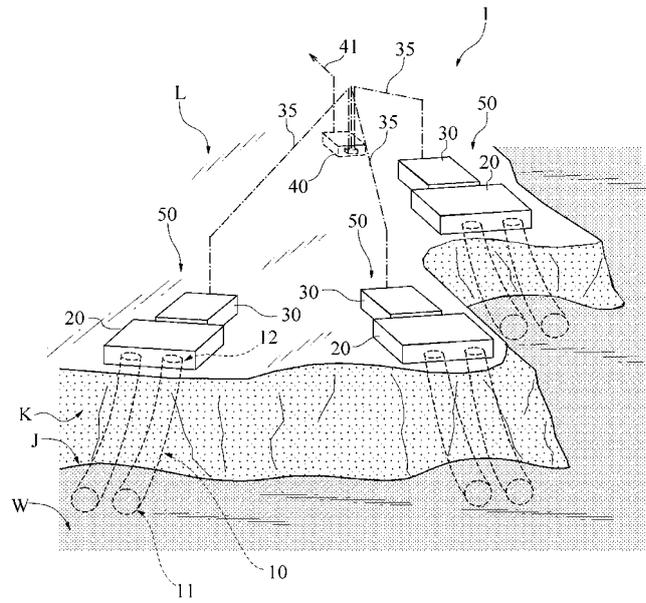
【 図 4 】



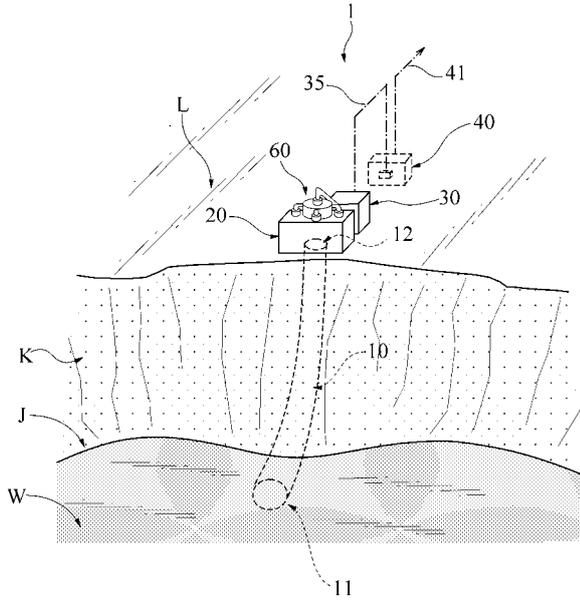
【 図 5 】



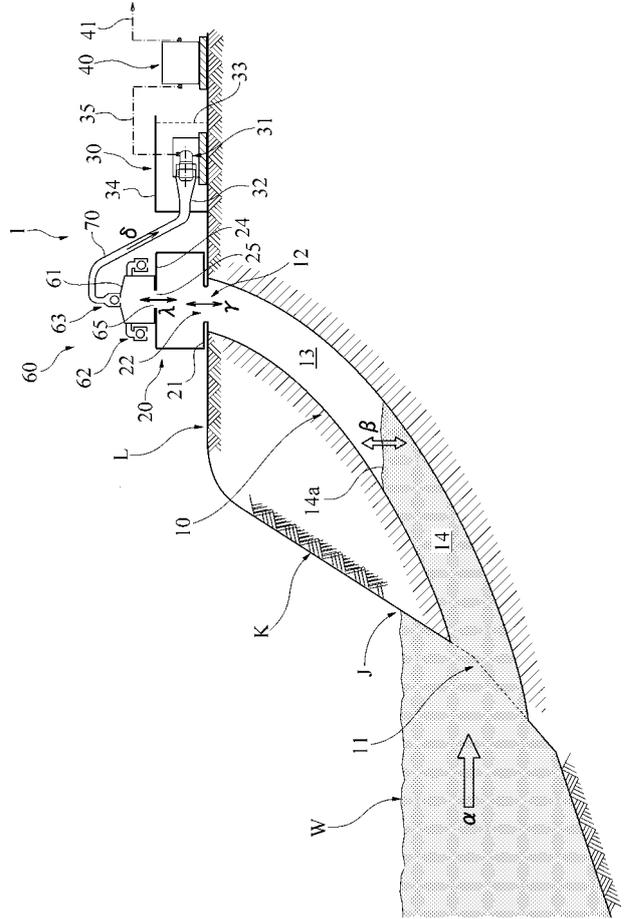
【 図 6 】



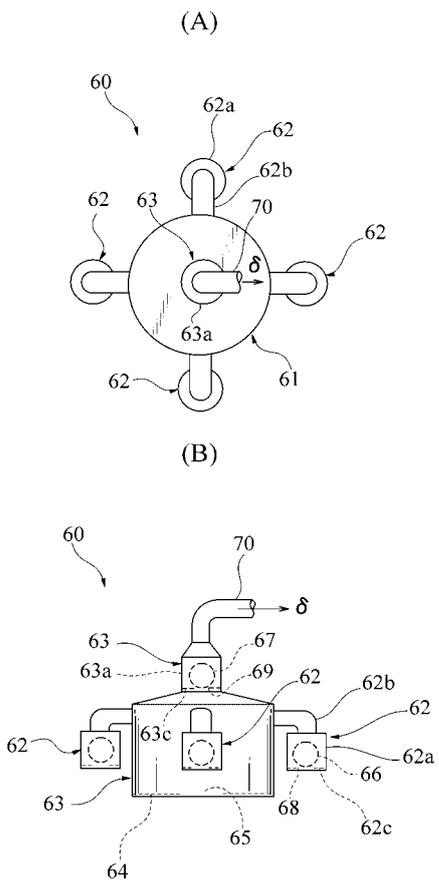
【 図 7 】



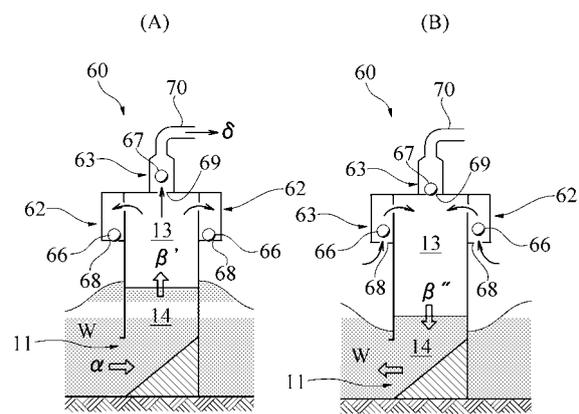
【 図 8 】



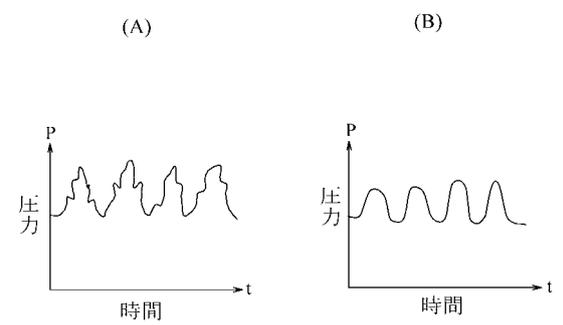
【 図 9 】



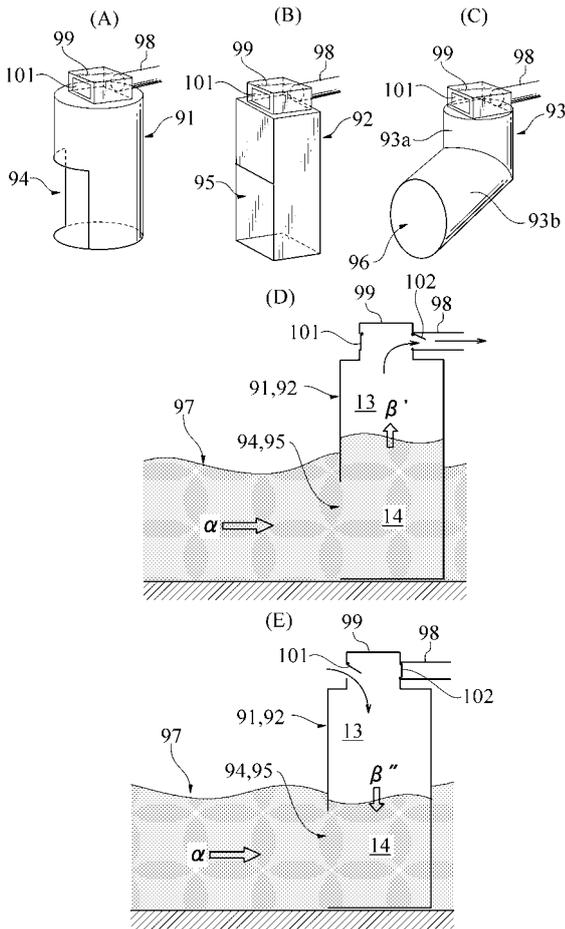
【 図 10 】



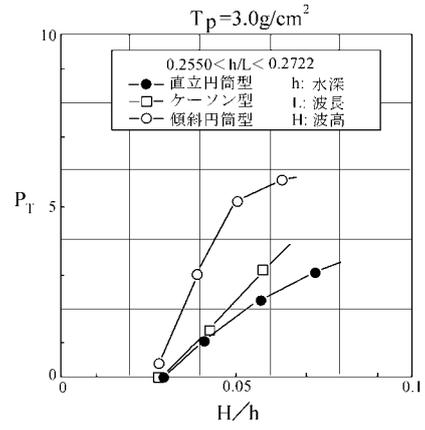
【 図 11 】



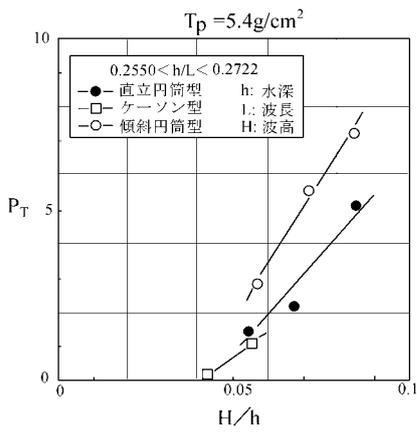
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

