

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6706552号  
(P6706552)

(45) 発行日 令和2年6月10日(2020.6.10)

(24) 登録日 令和2年5月20日(2020.5.20)

(51) Int.Cl.

F I

F O 3 B 13/18 (2006.01)

F O 3 B 13/18

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-130451 (P2016-130451)	(73) 特許権者	518126144
(22) 出願日	平成28年6月30日(2016.6.30)		株式会社三井E&Sマシナリー
(65) 公開番号	特開2018-3680 (P2018-3680A)		東京都中央区築地5丁目6番4号
(43) 公開日	平成30年1月11日(2018.1.11)	(74) 代理人	100091306
審査請求日	平成31年3月13日(2019.3.13)		弁理士 村上 友一
早期審査対象出願		(72) 発明者	中野 訓雄
			東京都中央区築地5丁目6番4号 三井造船株式会社内
		審査官	井古田 裕昭
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波力発電装置および波力発電装置の設置方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

海底に設置される基礎支柱と、  
 前記基礎支柱を挿通させる筒状の構造体支柱と、  
 前記構造体支柱の外周側に配置され、前記構造体支柱の延設方向に沿って揺動可能なフロートと、  
 前記フロートが前記構造体支柱に沿って揺動する事により発電を成す発電機構と、を備え、

前記基礎支柱は、地中に打ち込まれる部分に適用される部材の厚みを海中に立設される部分に適用される部材の厚みよりも厚くしたことを特徴とする波力発電装置。

10

【請求項 2】

前記基礎支柱に対して、前記構造体支柱の配置高さを定めるフランジが設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の波力発電装置。

【請求項 3】

前記発電機構は、前記構造体支柱にラックギヤを備え、  
 前記フロートに、前記ラックギヤに噛み合うピニオンギヤを有する発電機を備えて成ることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の波力発電装置。

【請求項 4】

海底に立設される基礎支柱と、前記基礎支柱を挿通させる筒状の構造体支柱と、前記構造体支柱の延設方向に沿って揺動する事で発電を成すフロートと、を有する波力発電装置

20

の設置方法であって、

前記基礎支柱を中継ぎ施工により海底に立設する支柱立設工程と、

前記構造体支柱に対して前記フロートを組み付けるフロート組み付け工程と、

前記基礎支柱に対して、前記フロートを組み付けた前記構造体支柱を設置する構造体設置工程と、を有し、

前記支柱立設工程では、地中に打ち込まれる部分に適用される部材の厚みを海中に立設される部分に適用される部材の厚みよりも厚くすることを特徴とする波力発電装置の設置方法。

【請求項 5】

前記基礎支柱は、打撃工法により立設されることを特徴とする請求項 4 に記載の波力発電装置の設置方法。

【請求項 6】

前記基礎支柱は、中掘工法により立設されることを特徴とする請求項 4 に記載の波力発電装置の設置方法。

【請求項 7】

前記基礎支柱は、ウォータージェット併用パイプロ工法により立設されることを特徴とする請求項 4 に記載の波力発電装置の設置方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発電装置に係り、特に波力により発電を成す、波力発電装置、及びその設置方法に関する。

【背景技術】

【0002】

洋上に設置される波力発電装置は、海底に固定、または係留された支柱と、この支柱を起点として揺動するフロートを有する構成のものが多い。装置全体の構造を簡単化することができるからである。

【0003】

例えば特許文献 1 に開示されている波力発電装置は、支柱と、この支柱に沿って上下に揺動するフロートを有するものである。支柱内には発電機が備えられ、フロートから延設された枠体の先端を支柱内に引き込むと共に、この枠体の先端にラックギヤを設けている。発電機の回転軸にはピニオンギヤが設けられ、フロートの揺動によって、ラックギヤがピニオンギヤを回転させる事で発電を成すという構成とされている。

【0004】

また、特許文献 2 に開示されている波力発電装置は、特許文献 1 に開示されている波力発電装置と同様に、支柱とフロートを有するものであるが、その発電方法が異なる。具体的には、支柱に対して回転自在に備えられたスクリューがウォームギヤとなり、フロートの内周側にこのスクリューにかみ合う凹凸を形成している。これにより、フロートが上下に揺動する事で、支柱に配置されたスクリューが回転し、スクリューに付帯する発電機が駆動される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2013 - 181534 号公報

【特許文献 2】特開 2014 - 55585 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献に開示されているような波力発電装置では一般的に、その設置、改修作業は現場（海上）で行われる事となる。しかし、機器の設置や大掛かりな改修の場合、作業

10

20

30

40

50

スペースが限られると共に、天候にも左右されることとなるため、作業性が悪いという問題がある。

【 0 0 0 7 】

そこで本発明では、支柱を有する波力発電装置において、設置や改修を行う際の施工性を向上させる事のできる波力発電装置、およびこの波力発電装置の設置方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するための本発明に係る波力発電装置は、海底に設置される基礎支柱と、前記基礎支柱を挿通させる筒状の構造体支柱と、前記構造体支柱の外周側に配置され、前記構造体支柱の延設方向に沿って揺動可能なフロートと、前記フロートが前記構造体支柱に沿って揺動する事により発電を成す発電機構と、を備え、前記基礎支柱は、地中に打ち込まれる部分に適用される部材の厚みを海中に立設される部分に適用される部材の厚みよりも厚くしたことを特徴とする。

10

【 0 0 0 9 】

また、上記のような特徴を有する波力発電装置では、前記基礎支柱に対して、前記構造体支柱の配置高さを定めるフランジを設けるようにすると良い。このような特徴を有する事により、波力発電装置を設置するにあたり、フロートの昇降範囲を海面を基準とした任意の位置に定めることができる。

【 0 0 1 0 】

20

また、上記のような特徴を有する波力発電装置において前記発電機構は、前記構造体支柱にラックギヤを備え、前記フロートに、前記ラックギヤに噛み合うピニオンギヤを有する発電機を備えるようにすると良い。

【 0 0 1 1 】

また、上記目的を達成するための本発明に係る波力発電装置の設置方法は、海底に立設される基礎支柱と、前記基礎支柱を挿通させる筒状の構造体支柱と、前記構造体支柱の延設方向に沿って揺動する事で発電を成すフロートと、を有する波力発電装置の設置方法であって、前記基礎支柱を中継ぎ施工により海底に立設する支柱立設工程と、前記構造体支柱に対して前記フロートを組み付けるフロート組み付け工程と、前記基礎支柱に対して、前記フロートを組み付けた前記構造体支柱を設置する構造体設置工程と、を有し、前記支柱立設工程では、地中に打ち込まれる部分に適用される部材の厚みを海中に立設される部分に適用される部材の厚みよりも厚くすることを特徴とする。

30

【 0 0 1 2 】

また、上記のような特徴を有する波力発電装置の設置方法において前記基礎支柱は、打撃工法により立設することができる。

【 0 0 1 3 】

また、上記のような特徴を有する波力発電装置の設置方法において前記基礎支柱は、中掘工法により立設するようにしても良い。

【 0 0 1 4 】

さらに、上記のような特徴を有する波力発電装置の設置方法において前記基礎支柱は、ウォータージェット併用パイプロ工法により立設することもできる。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

上記のような特徴を有する波力発電装置、及びその設置方法によれば、支柱を有する波力発電装置において、設置や改修を行う際の施工性を向上させる事ができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】実施形態に係る波力発電装置の構成を示す側面図である。

【図 2】図 1 における A - A 断面を示す図である。

【図 3】図 2 における B - B 断面を示す図である。

50

【図４】打撃工法による支柱立設工程の様子を示す図である。

【図５】中掘工法、あるいはＪＶ工法による支柱立設工程の様子を示す図である。

【図６】基礎支柱に対してフランジを設置した様子を示す図である。

【図７】フロート組み付け工程の様子を示す図である。

【図８】構造体設置工程において、基礎支柱の上部に構造体支柱を吊り上げた状態を示す図である。

【図９】構造体設置工程が完了した様子を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

以下、本発明の波力発電装置に係る実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、図１は、実施形態に係る波力発電装置の全体構成を示す側面図である。また、図２は図１におけるＡ－Ａ断面を示し、図３は図２におけるＢ－Ｂ断面を示す図である。

10

【００１８】

本実施形態に係る波力発電装置１０は、基礎支柱１２と、この基礎支柱１２を挿通させる構造体支柱１４、および構造体支柱１４に沿って昇降可能なフロート２４を基本構成とする。

【００１９】

基礎支柱１３は、海底に立設され、少なくともその先端が海上（海面よりも上）に出る高さを持つ。基礎支柱１２の具体的構造は発明に影響を及ぼすものではないが、実施形態に係る形態では中空構造とされている。基礎支柱１２は、海底への立設にあたり、地盤の状態によって、その埋設部分の長さが変化する。このため、基礎支柱は、中継ぎ施工されることとなるため、中空部材を採用した方が施工が容易となるためである。また、基礎支柱１２を中空とすることで、その内部に送電のためのケーブルを挿通させることが可能となる。

20

【００２０】

また、詳細には、基礎支柱１２を構成する部材のうち、地中に打ち込まれる部分と、海中に立設される部分とでは、その素材を異ならせるようにしても良い。地中に打ち込まれる部分に適用される部材は、打ち込み時の衝撃に耐えうる素材、厚みとし、海中に立設される部分に適用される部材は、地中部分よりも薄い部材とする事で、費用の軽減を図ることが可能となる。

30

【００２１】

基礎支柱１２の海中部分には、詳細を後述するフロート２４の沈降深さに基づいて定められた所定位置（海面を基準とした深さ）に、フランジ１２ａが設けられる。後述する構造体支柱１４の位置決めと係合を行うためである。

【００２２】

構造体支柱１４は、基礎支柱１２の直径よりも大きな内径を持つ筒状の構造体を基本として構成されており、その内部に基礎支柱１２を挿通させることを可能としている。構造体支柱１４の下端にはフランジ１６が備えられ、上端には上部ストッパ１８が備えられる。さらに、構造体支柱１４の胴部外周には、長手方向に沿って、ガイドレール２０と、ラックギヤ２２が備えられている。

40

【００２３】

構造体支柱１４の下端部に備えられるフランジ１６は、詳細を後述するフロート２４の沈降側ストッパとしての役割を担うと共に、構造体支柱１４を基礎支柱１２へ締結させる係合部としての役割を担う。基礎支柱１２に設けられたフランジ１２ａに対して構造体支柱１４に設けられたフランジ１６をボルト固定する事で、構造体支柱１４の係合が成される。

【００２４】

上部ストッパ１８は、海上に位置する事となり、フロート２４が揺動した際の構造体支柱１４に対する抜け止めとしての役割を担う。

【００２５】

50

ガイドレール 20 は、フロート 24 の昇降をガイドするためのレールである。フロート 24 の揺れを抑えつつ昇降を支持するためにガイドレール 20 は、先端面、および両側面の三面を支持面として構成されている。ラックギヤ 22 は、フロート 24 に備えられる発電機 30 の回転軸に連携するピニオンギヤ 34 に噛合うギヤである。実施形態に係る波力発電装置 10 においてラックギヤ 22 は、構造体支柱 14 の外周に直付けされたベースプレート 22a に沿って配置されている。構造体支柱 14 に直付けされるベースプレート 22a と別体構造とすることで、ラックギヤ 22 の位置調整が可能となる。このため、ピニオンギヤ 34 との噛合い具合を微調整することが可能となる。また、本実施形態では、ガイドレール 20 とラックギヤ 22 をそれぞれ一対、構造体支柱 14 の中心を通る直線上に配置する構成としている。また、対を成すガイドレール 20 を結ぶ直線とラックギヤ 22 を結ぶ直線とが、90° の関係を持つように配置されている。

10

#### 【0026】

フロート 24 は、波力を受けることにより、構造体支柱 14 に沿って昇降することで、電力を生じさせる役割を担う。実施形態に係るフロート 24 は、図 3 に示すように、機械室 26 と空気室 28 とに機密に分断されており、機械室 26 には、少なくとも発電機 30 と、エアコンプレッサ 32 が備えられている。発電機 30 は、回転軸を回転させることにより電力を生じさせる役割を担う。発電機 30 の回転軸と、ピニオンギヤ 34 との間には、減速機 36 が設けられている。発電機 30 には、電力を送電するためのケーブル（不図示）が接続されている。図 2 に示すフロート 24 には、2 つの発電機 30 が設けられている。発電機 30 を複数設ける場合、構造体支柱 14 の軸心を基点として、放射状に均等配置すると良い。フロート 24 の重量バランスが安定するからである。1 つのフロートに設ける発電機 30 の数を増やすことにより、波力に対する発電効率を向上させることができる。なお、発電機 30 を 2 つとしている本実施形態の場合、構造体支柱 14 の軸心を基点とした対称な位置関係で配置されることとなる。

20

#### 【0027】

また、本実施形態の発電機 30 には、フライホイールユニット 38 が付帯されている。フライホイールユニット 38 は、フロート 24 が揺動する際の固有周期を調整するための役割を担う。フライホイールユニット 38 は、発電機 30 の回転軸に接続された回転軸と、この回転軸に付帯されたフライホイール 40 を有する。フライホイール 40 は、図 2 に示す形態の場合、3 枚備えられており、各フライホイール 40 が備えられる回転軸間にはクラッチ 42 が設けられ、発電機 30 の回転軸に接続されるフライホイール 40 の数を調整することができる構成としている。クラッチ 42 の ON/OFF 調整により接続するフライホイール 40 の数を変更する事で、重み付けの重量を変える事ができ、波力発電装置 10 を設置する海域の波の状況により、固有周期を変化させることが可能となる。

30

#### 【0028】

エアコンプレッサ 32 は、機械室 26 の気圧を向上させると共に、空気室 28 への空気の供給により、フロート 24 の浮力の調整を行う役割を担う。フロート 24 は、荒天時には、海中へ沈められることがある。このため、機械室 26 は、大気圧よりも 0.5 気圧程気圧が高くなるように調整されており、3m 程度フロートを沈降させた場合であっても、機械室 26 の大気圧が海水の侵入圧よりも高くなるように構成されている。

40

#### 【0029】

フロート 24 の中心部には、構造体支柱 14 を挿通させるための貫通孔 24a が設けられている。貫通孔 24a には、構造体支柱 14 に設けられたラックギヤ 22 に噛合うピニオンギヤ 34 や、ガイドレール 20 に当接するガイドローラ 44（端面ローラ 44a，側面ローラ 44b を含む総称）が備えられている。ピニオンギヤ 34 は、ラックギヤ 22 に噛合った状態でフロート 24 が昇降することで回転し、減速機 36 を介して発電機 30 の回転軸を回動させる。

#### 【0030】

ガイドローラ 44 は、ガイドレール 20 に当接して回動することで、フロート 24 の昇降動作を安定させることができる。実施形態に係るフロート 24 では、ガイドローラ 44

50

は、ガイドレール 2 0 の端面に当接する端面ローラ 4 4 a と、ガイドレール 2 0 の側面に当接する 2 つの側面ローラ 4 4 b を組として、構造体支柱 1 4 の軸心を基点として対称となるように設けている。ガイドローラ 4 4 をこのように設けることにより、フロート 2 4 を平面視した際に、ガイドレール 2 0 に対して上下左右へのフロート 2 4 の動きを規制することができる。このため、フロート 2 4 を安定させることができ、ラックギヤ 2 2 に対するピニオンギヤ 3 4 の噛合い状態を良好に保つことができる。

#### 【 0 0 3 1 】

また、実施形態に係るフロート 2 4 には、設置状態において沖合側に位置する側面に、底面に向けた勾配を持つ傾斜面 2 4 b を設けている。波が押し寄せることとなる側面に、このような傾斜面 2 4 b を設けることにより、波長の短い波に対する揺動性を向上させることができる。つまり、小さな波に対するフロート 2 4 の揺動性を向上させることができるのである。

10

#### 【 0 0 3 2 】

次に、上記のような構成の波力発電装置 1 0 の設置方法について図 4 から図 9 を参照して説明する。実施形態に係る波力発電装置 1 0 の設置では、まず、基礎支柱 1 2 を設置領域の海底に立設する（図 4 参照）。基礎支柱 1 2 の立設は、種々の工法により行う事ができるが、概ね打撃工法、中掘工法、J V 工法（ウォータージェット併用バイプロ工法）のうちのいずれかにより行う事が望ましい。打撃工法とは、ハンマーの落下エネルギーを利用して、基礎支柱を地盤に打ち込む工法の事であり、N 値が 3 0 から 5 0 程度の比較的柔らかい地盤への設置に好適である。

20

#### 【 0 0 3 3 】

中掘工法とは、管内を削孔しながら基礎支柱 1 2 を押し込み、基礎支柱 1 2 の先端をセメントミルク等で根固めする工法である。図 5 に示すように、根入れ部分がセメント 5 0 で固定されるため、根入れ長に対する支持力が高い。このため、岩盤などの固い地盤への設置に好適である。

#### 【 0 0 3 4 】

J V 工法とは、ウォータージェットカッターから噴射される高圧力水と、バイプロハンマの振動エネルギーを組み合わせる基礎支柱 1 2 を打ち込んで行く工法であり、低振動かつ高い打ち込み力を得ることができる。騒音や汚濁水の発生も少なく、固い地盤への施工性も高いことから、実用性の高い工法といえる。

30

#### 【 0 0 3 5 】

基礎支柱 1 2 は、その立設が終了すると、図 6 に示すように、海中にフランジ 1 2 a が取り付けられる。これにより構造体支柱 1 4 の固定位置が決定されることとなる（支柱立設工程）。

#### 【 0 0 3 6 】

次に、基礎支柱 1 2 の立設と並行して、あるいは基礎支柱 1 2 の立設と前後して、図 7 に示すように、構造体支柱 1 4 に対してフロート 2 4 の組み付け作業を行う。構造体支柱 1 4 に対するフロート 2 4 の組み付け作業は、陸上、あるいは海上設置領域への搬送フロート上で行うと良い。このような作業環境であれば、足場が安定すると共に十分な作業スペースを確保する事ができ、作業効率が向上することとなる（フロート組み付け工程）。

40

#### 【 0 0 3 7 】

支柱立設工程とフロート組み付け工程が終了した後、基礎支柱 1 2 に対して、フロート組み付け工程が終了した構造体支柱 1 4 を設置する。構造体支柱 1 4 の設置は、クレーン等を介して構造体支柱 1 4 を吊り上げ、筒状の構造体支柱 1 4 に基礎支柱 1 2 を挿通させるように降下させる事で成される。基礎支柱 1 2 を挿通させて降下した構造体支柱 1 4 は、下端部に設けられたフランジ 1 6 が基礎支柱 1 2 に設けられたフランジ 1 2 a と接触する事で位置決めが成される。その後、フランジ 1 6 , 1 2 a 同士を締結する事で、基礎支柱 1 2 に対する構造体支柱 1 4 の固定が成され、構造体支柱 1 4 の設置作業が完了する（構造体設置工程）。

#### 【 0 0 3 8 】

50

このような構成の波力発電装置 10 によれば、設置や改修を行う際には、基礎支柱 12 から構造体支柱 14（フロート 24 を含む）を取り外しての作業とすることができる。このため、設置や改修を行う際の施工性を向上させる事ができる。

#### 【0039】

また、本実施形態に係る波力発電装置 10 では、従来に比べフロート 24 を大型なものとし、このフロート 24 に複数の発電機 30 を配置する構成とした。このため、従来の波力発電装置に比べ、発電効率を向上させることができる。

#### 【0040】

また、上記実施形態では、フロート 24 に備える発電機 30 の数を 2 つとしているが、スペース的に許容できる範囲であれば、その数をさらに増やすようにしても良い。

10

#### 【0041】

なお、上記実施形態では、ラックアンドピニオンの関係について、動力伝達のロスを考慮して、両者共ギヤである旨記載した。しかしながら、摩擦抵抗等によりピニオンを回転させることが可能なものであれば、ギヤに限らず、単なるローラとガイドの関係であっても良い。

#### 【0042】

また、上記説明では、恒久的な設置を意図して波力発電装置 10 の設置の説明を行った。このため、中堀工法の説明では、削孔した孔に基礎支柱 12 を押し込み、セメントミルクで基礎支柱 12 の周囲を固めると説明した。しかしながら、このような工法を用いた場合、波力発電装置 10 の完全撤去を行う事が困難となる。よって、実施後の完全撤去を考慮した上で中堀工法による支柱立設工程を行う場合、次のような手段を採用する事が良い。

20

#### 【0043】

すなわち、掘削した孔（掘削孔）を、砂で置換した後、打撃工法を用いて基礎支柱 12 を設置するのである。言い換えると、セメントミルク（図 5 中のセメント 50）に替えて、砂により、掘削孔と基礎支柱 12 との隙間を埋めるのである。掘削孔と基礎支柱 12 との隙間に砂を充填する事で、基礎支柱 12 を立設する際の安定化を図る事ができると共に、固着が生じないため、基礎支柱 12 の完全撤去も実現可能となる。また、基礎支柱 12 を撤去した後の掘削孔には、さらに砂を充填して、基礎支柱 12 の根入れ部分と砂とを置換する事で、人工物が残留する場合に比べ、自然環境への影響を小さなものとする事ができ、かつ他の計画にも利用する事が可能となる。

30

#### 【0044】

なお、このような手段で中堀工法を行う場合、掘削孔の開口部近郊には、基礎支柱 12 の立設状態の安定を図るために、補強捨石などを配置しても良い。補強捨石は、掘削孔の開口部において、基礎支柱 12 の周囲に配置する事で、基礎支柱 12 の倒れ防止を図ることができる。

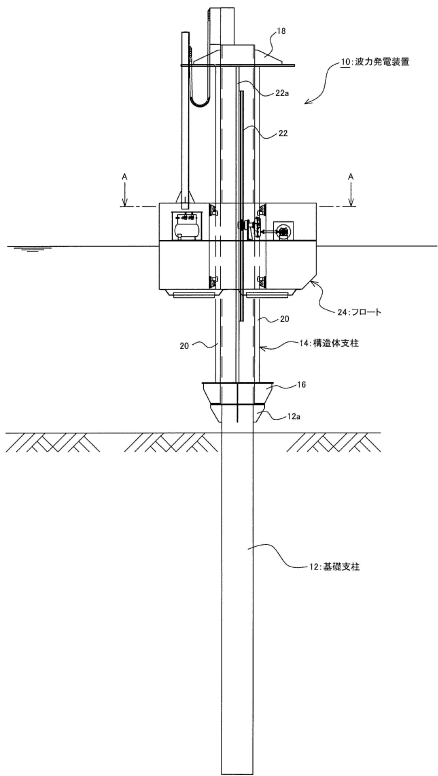
#### 【符号の説明】

#### 【0045】

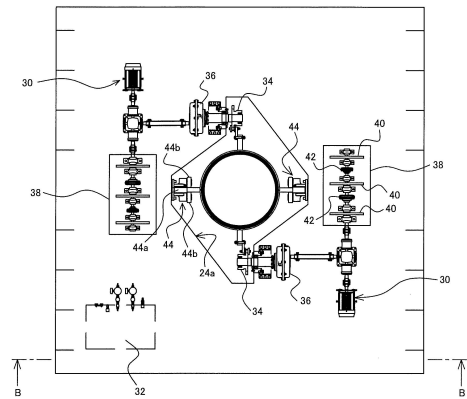
10 ..... 波力発電装置、12 ..... 基礎支柱、12 a ..... フランジ、14 ..... 構造体支柱、16 ..... フランジ、18 ..... 上部ストッパ、20 ..... ガイドレール、22 ..... ラックギヤ、22 a ..... ベースプレート、24 ..... フロート、24 a ..... 貫通孔、24 b ..... 傾斜面、26 ..... 機械室、28 ..... 空気室、30 ..... 発電機、32 ..... エアコンプレッサ、34 ..... ピニオンギヤ、36 ..... 減速機、38 ..... フライホイールユニット、40 ..... フライホイール、42 ..... クラッチ、44 ..... ガイドローラ、44 a ..... 端面ローラ、44 b ..... 側面ローラ、50 ..... セメント。

40

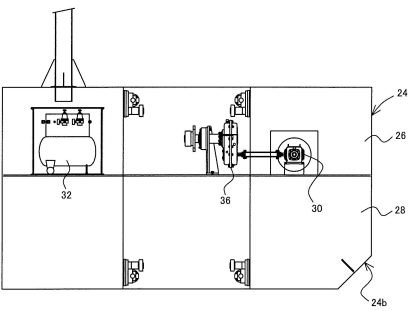
【図 1】



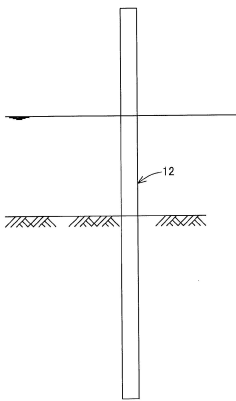
【図 2】



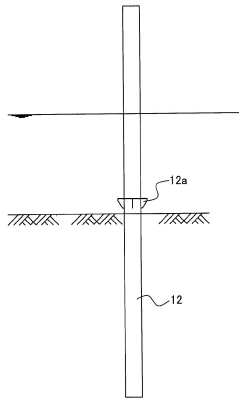
【図 3】



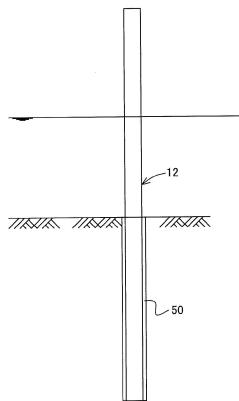
【図 4】



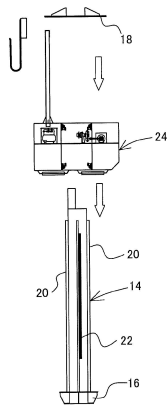
【図 6】



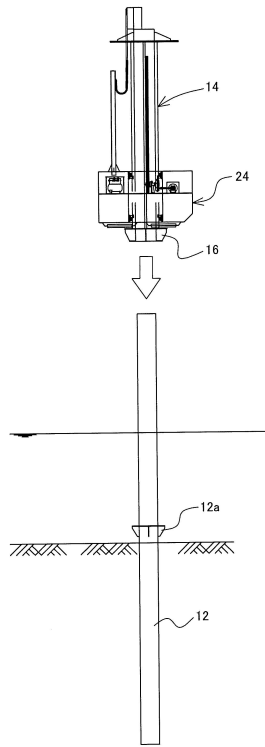
【図 5】



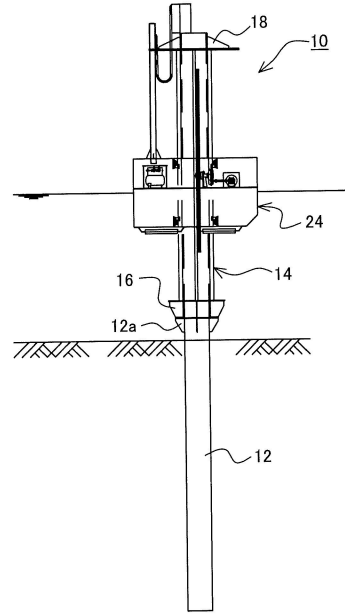
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2010/0259047(US, A1)

特開2016-113985(JP, A)

実用新案登録第2510876(JP, Y2)

特開2012-251370(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F03B 13/18

E02B 9/08