

明 細 書

発明の名称：資源収集システム

技術分野

[0001] 本発明は、資源収集システム、特に、プレッシャ誘爆熱衝撃波伝導体を用いた資源収集システムに係り、詳しくは、プレッシャ誘爆熱衝撃波伝導体を用いて海底下に層状になって存在するガスハイドレート層からメタンガスなどの可燃性ガス及びオイルを収集する資源収集システムに関する。

背景技術

[0002] 非在来型の天然ガスの内、最も資源量が多いとされているガスハイドレートが次世代のエネルギー源として多大な注目を集めている。ガスハイドレートは、低温高圧の条件下で存在し、温度を上昇させる又は圧力を低下させることによってガスと水に分解する。このため、海底のガスハイドレート層からガスを効率的に収集する様々な方法が提案されている。

[0003] 特許文献1には、ガスハイドレート地層に置換充填材の高速噴流を噴射してガスハイドレート地層を切削破壊すること、及びガスハイドレートの回収された地層空隙を、セメント系固化材などの置換材で充填又は置換させることができるため、掘採後の地層・地盤を安定させることができることが記載されている。特許文献2には、メタンハイドレート層を加熱し、加熱されたメタンハイドレート層全体から発生するガスを回収すること、及び分解促進剤を加圧注入し、メタンハイドレート層全体から発生するガスを回収することが記載されている。特許文献3には、海水を温度約60℃に昇温し、その温水を掘削孔内に挿入された温水管に供給し、噴射孔から温水を掘削孔内に噴射することによって、メタンハイドレートを分解温度以上にまで昇温することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第3479699号

特許文献2：特許第4 5 8 1 7 1 9号

特許文献3：特許第5 9 2 3 3 3 0号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1には、高速噴流体が直接当たる部分しか破壊できないという問題、及び海水中に高速噴射しても噴流が急激に弱まるので破壊できないという問題があった。また、特許文献2には、温水を注入すると、メタンハイドレートを分解させることができるものの、削孔後の孔内に温水を循環させても孔表面のメタンハイドレートの分解が凍結したメタンハイドレート層の奥の方まで進行するのに時間が掛かるという問題、及びメタノール等の分解促進剤を注入すると、メタンハイドレート層の圧力・温度を変えることなく、メタンハイドレートを分解させることができるものの、削孔後の孔内に分解促進剤を加圧注入しても孔表面のメタンハイドレートの分解が凍結したメタンハイドレート層の奥の方まで進行するのに時間が掛かるという問題があった。さらに、特許文献3にも同様に、凍結したメタンハイドレート層の奥の方までメタンハイドレートを分解させるのに時間が掛かるという問題があった。

[0006] 本発明は、従来のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、より効率的に海底地層から資源を収集することが可能な資源収集システムを提供することにある。

また、本発明の他の目的は、上記目的に加え、従来と同等以上に長時間連続して安定的に稼働することができ、必要なエネルギーをより効率的に供給することができ、小型にすることが可能な資源収集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

[0007] 本発明者は、上記目的を達成するために、鋭意研究を重ねた結果、まず、海底地層の中に伸びるコイルドチュービング装置を通して、海底地層の中に発泡材の原液、燃料ガス、及び酸素を含む空気を供給し、発泡材の原液を互

いに混合して燃料ガス及び空気を含む雰囲気中で発泡させ、発泡材の空洞内に溜まった燃料ガスを爆発的に燃焼させ、海底地層を破碎することによって、より効率的に海底地層から資源を収集することができることを見出した。

[0008] また、本発明者は、コイルドチュービング装置のチューブ外壁に開口を設け、開口の内側に混合室を設け、混合室で発泡材の原液を互いに混合した後に、燃料ガス及び空気と共に開口を通して海底地層とチューブ外壁との間に供給することによって、より効率的に海底地層から資源を収集することができることを見出し、本発明に至ったものである。

[0009] 即ち、本発明の第1の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、海面上又は保護管の内部に配置された巻取り用のリールから繰り出され、保護管の側壁を貫通して内側から外側に伸びるコイルドチュービング装置と、を有し、コイルドチュービング装置を通して、海底地層の中に発泡材の原液、燃料ガス、及び酸素を含む空気を供給し、発泡材の原液を互いに混合して燃料ガス及び空気を含む雰囲気中で発泡させ、発泡材の空洞内に溜まった燃料ガスを爆発的に燃焼させることによって、海底地層を破碎する資源収集システムを提供するものである。

[0010] ここで、上記第1の実施態様においては、コイルドチュービング装置は、管状のチューブ外壁と、チューブ外壁に設けられた開口と、開口の内側に設けられた混合室と、を備え、発泡材の原液を混合室で互いに混合した後に、その混合物を、燃料ガス及び空気と共に開口を通して海底地層とチューブ外壁との間に供給するのが好ましい。

発泡材の原液を互いに混合して形成された発泡材は、導電体金属又はカーボンナノチューブを含み、導電性を有する発泡材とチューブ外壁又は混合室に露出しかつ電氣的に絶縁された点火配線との間に高電圧を印加することによって、発泡材の空洞内に溜まった燃料ガスに点火するのが好ましい。

チューブ外壁又は混合室に設けられた点火プラグに高電圧を印加することによって、発泡材の空洞内に溜まった燃料ガスに点火するのが好ましい。

高圧水及び高圧空気の少なくとも一方を使用して混合室を洗浄するのが好ましい。

[0011] また、本発明の第2の実施態様は、海底地層から資源を収集するために海底地層の中に高圧水を供給する高圧水供給管と、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、を有し、高圧水供給管の中の高圧水に破碎粒子を混入し、破碎粒子を混入した高圧水によって、海底地層を破碎する資源収集システムであって、破碎粒子は、セメント粒子の外側に、遅効性発熱体、膨張体、速効性発熱体が順にコーティングされたものであり、遅効性発熱体は、高圧水の水分を吸収して発熱する材料をマイクロ波で焼成したものであり、膨張体は、高圧水の水分を吸収して膨張する材料で形成されたものであり、速効性発熱体は、遅効性発熱体と同一の材料を遅効性発熱体よりも短時間マイクロ波で焼成したものの、又はマイクロ波で焼成していないものである資源収集システムを提供するものである。

[0012] また、本発明の第3の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設された側壁及び側壁を貫通する複数の側壁孔を備え、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去するフィルタと、複数の側壁孔を開閉するために保護管の外側及び保護管とフィルタとの間の少なくとも一方に配置されたゲート管と、を有し、海底地層から資源を収集する時に複数の側壁孔を開き、それ以外の時に複数の側壁孔を閉じる資源収集システムを提供するものである。

[0013] ここで、上記第3の実施態様においては、保護管の内側の圧力を保護管の外側の海底地層と同じ圧力まで上昇させた後に、複数の側壁孔を開くのが好ましい。

保護管の側壁の軸方向の貫通孔又はらせん状の貫通孔、及びゲート管の側壁の軸方向の貫通孔又はらせん状の貫通孔の少なくとも一方の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流すことによって、保護管とゲート管との間及び複数の側壁孔の中での海水の凍結を防止するのが好ましい。

高圧水にコーティング剤を混入し、複数の側壁孔を閉じた状態で、コーティング剤を混入した高圧水を、資源を収集する時に資源がフィルタの中を流れる方向と同じ方向に流すことによって、フィルタをコーティングするのが好ましい。

複数の側壁孔を閉じた状態で、高圧水を、資源を収集する時に資源がフィルタの中を流れる方向と逆方向に流すことによって、フィルタの内部を洗浄するのが好ましい。

さらに、複数の側壁孔を閉じた状態で、高圧熱水又は高圧蒸気をフィルタの表面に流すことによって、フィルタの表面を洗浄するのが好ましい。

さらに、フィルタの内側に配置された二次側壁及び二次側壁を貫通する複数の二次側壁孔を備える二次保護管と、二次保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去する二次フィルタと、複数の二次側壁孔を開閉するためにフィルタと二次保護管との間及び二次保護管と二次フィルタとの間の少なくとも一方に配置された二次ゲート管と、を有するのが好ましい。

保護管は、側壁の一端から伸びる半球状の底壁及び底壁を貫通する複数の底壁孔を備えるのが好ましい。

[0014] また、本発明の第4の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、海面上又は保護管の内部に配置された巻取り用のリールから繰り出され、保護管の側壁を貫通して内側から外側に伸びるコイルドチュービング装置と、を有し、コイルドチュービング装置は、海底地層から収集した資源を収集資源管まで送るサブ資源収集管と、サブ資源収集管に周設されたサブ側壁及びサブ側壁を貫通する複数のサブ側壁孔を備え、サブ資源収集管を保護するサブ保護管と、サブ保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去するサブフィルタと、複数のサブ側壁孔を開閉するためにサブ保護管の外側及びサブ保護管とサブフィルタとの間の少なくとも一方に配置されたサブゲート管と、を有する資源収集システムを提供するものである。

[0015] ここで、上記第4の実施態様においては、コイルドチュービング装置は、

保護管の軸方向に対して少なくとも1つの位置に、各位置の周方向に所定の
間隔で複数配置されるのが好ましい。

[0016] また、本発明の第5の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源
貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保
護する保護管と、保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去する
フィルタと、を有し、高圧ポンプを使用して、フィルタが除去した土砂を保
護管の側壁の開口から海底地層に向かって押し出す資源収集システムを提供
するものである。

[0017] また、本発明の第6の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源
貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保
護する保護管と、保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去する
フィルタと、を有し、保護管は、軸方向を海面に対して上下に向けて配置さ
れ、資源収集管は、フィルタの上方に設けられたガス貯留室に接続されたガ
ス収集管と、フィルタの下方に設けられたオイル貯留室に接続されたオイル
収集管と、を含み、フィルタは、長手方向に貫通する資源収集孔を備え、フ
ィルタを外側から内側に向かって通過して資源収集孔に到達した資源の内、
ガスをガス貯留室まで上昇させ、オイルをオイル貯留室まで下降させる資源
収集システムを提供するものである。

[0018] また、本発明の第7の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源
貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保
護する保護管と、保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去する
フィルタと、を有し、フィルタは、円柱状の複数のエレメントを含み、各エ
レメントは、長手方向に対して少なくとも1つの位置に、各位置の周方向に
所定の間隔で配置される資源収集システムを提供するものである。

[0019] また、本発明の第8の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源
貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保
護する保護管と、保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去する
フィルタと、を有し、フィルタの長手方向の貫通孔の中に高圧熱水又は高圧

蒸気を流すことによって、フィルタの表面及び内部での海水の凍結を防止する資源収集システムを提供するものである。

[0020] また、本発明の第 9 の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去するフィルタと、を有し、フィルタは、エレメントの内部に磁性体粉末付き珪藻土を保持するように配置された永久磁石と、永久磁石による磁性体粉末付き珪藻土の保持力を弱める減磁手段と、を備え、減磁手段を作動させることによって、永久磁石が保持する磁性体粉末付き珪藻土の量を減らす資源収集システムを提供するものである。

[0021] ここで、上記第 9 の実施態様においては、減磁手段は、永久磁石と反対の極がそれぞれ隣接するように永久磁石の内側又は外側に配置された電磁石コイルであり、電磁石コイルに通電することによって、永久磁石が保持する磁性体粉末付き珪藻土の量を減らすのが好ましい。

[0022] また、本発明の第 10 の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去するフィルタと、を有し、フィルタは、エレメントの内部に磁性体粉末付き珪藻土を保持するように配置された電磁石コイルを備え、電磁石コイルに通電することによって、電磁石コイルによる磁性体粉末付き珪藻土の保持力を発生させる資源収集システムを提供するものである。

[0023] また、本発明の第 11 の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去するフィルタと、を有し、フィルタは、らせん状金属ワイヤと、らせん状金属ワイヤの直線軸方向に伸びかつらせん状金属ワイヤに固定された支柱と、を備え、支柱の長手方向の貫通孔又はらせん状金属ワイヤのらせん状の貫通孔の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流すことによって、らせん状金属ワイヤの表

面での海水の凍結を防止する資源収集システムを提供するものである。

[0024] また、本発明の第１２の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部にＵ字状に設けられ、海底地層と保護管との間に循環流を発生させる循環流発生管と、循環流発生管の途中に配置された高周波ヒータに電力を供給する電力供給装置と、を有し、電力供給装置は、ジェットタービンを備え、ジェットタービンは、海底地層から収集した資源を燃焼室で燃焼させて発生した燃焼ガスで駆動され、循環流発生管に高圧熱水又は高圧蒸気を供給する資源収集システムを提供するものである。

[0025] また、本発明の第１３の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部にＵ字状に設けられ、海底地層と保護管との間に循環流を発生させる循環流発生管と、循環流発生管の途中に配置された高周波ヒータに電力を供給する電力供給装置と、を有し、電力供給装置は、タービンを備え、タービンは、海底地層から収集した資源を水中バーナで燃焼させて発生した燃焼ガス及び蒸気で駆動され、循環流発生管に高圧熱水又は高圧蒸気を供給する資源収集システムを提供するものである。

[0026] また、本発明の第１４の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部にＵ字状に設けられ、海底地層と保護管との間に循環流を発生させる循環流発生管と、循環流発生管の途中に配置された高周波ヒータに電力を供給する電力供給装置と、を有し、電力供給装置は、海底地層から収集した資源と高温の蒸気とを反応させて得られた水素を使用して電力を供給する燃料電池である資源収集システムを提供するものである。

[0027] また、本発明の第１５の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部にＵ字状に設けられ、海底地層と保護管と

の間に循環流を発生させる循環流発生管と、循環流発生管の途中に配置された高周波ヒータに電力を供給する電力供給装置と、を有し、海底地層から収集される資源の量が減少した時に、循環流発生管の両端に設けられた可動管の角度を変えることによって、循環流の流路を短縮させると共に、可動管から海底地層に向かって高圧熱水又は高圧蒸気を噴射させる資源収集システムを提供するものである。

[0028] また、本発明の第１６の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部にＵ字状に設けられ、海底地層と保護管との間に循環流を発生させる循環流発生管と、循環流発生管の途中に配置された高周波ヒータに電力を供給する電力供給装置と、を有し、循環流の流量が減少した時に、らせん状回転翼を回転させることによって、循環流発生管の中の土砂を循環流の方向に移動させる資源収集システムを提供するものである。

[0029] ここで、上記第１６の実施態様においては、海底地層に対して保護管を軸方向に移動させる前に、循環流発生管の２つの開口位置の海底地層中にセメント粒子を供給するのが好ましい。

[0030] また、本発明の第１７の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、海面上又は保護管の内部に配置された巻取り用のリールから繰り出され、保護管の側壁を貫通して内側から外側に伸びるコイルドチュービング装置と、を有し、コイルドチュービング装置を通して、海底地層の中に発泡材の原液、燃料ガス発生材、高圧水、及び酸素を含む空気を供給し、燃料ガス発生材と高圧水との化学反応によって燃料ガスを発生させ、発泡材の原液を互いに混合して燃料ガス及び空気を含む雰囲気中で発泡させ、発泡材の空洞内に溜まった燃料ガスを爆発的に燃焼させることによって、海底地層を破碎する資源収集システムを提供するものである。

[0031] ここで、上記第１７の実施態様においては、燃料ガス発生材は、カーバイ

ド粒子であり、燃料ガスは、アセチレンガスであるのが好ましい。

[0032] また、本発明の第18の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、海面上又は保護管の内部に配置された巻取り用のリールから繰り出され、保護管の側壁を貫通して内側から外側に伸びるコイルドチュービング装置と、を有し、コイルドチュービング装置を通して、海底地層の中に発泡材の原液、燃料ガス発生材、高圧水、及び酸素を含む空気を供給し、燃料ガス発生材による海底地層の分解促進によって燃料ガスを発生させ、発泡材の原液を互いに混合して燃料ガス及び空気を含む雰囲気中で発泡させ、発泡材の空洞内に溜まった燃料ガスを爆発的に燃焼させることによって、海底地層を破砕する資源収集システムを提供するものである。

[0033] ここで、上記第18の実施態様においては、燃料ガス発生材は、メタノールであり、海底地層は、メタンハイドレート層であり、燃料ガスは、メタンガスであるのが好ましい。

[0034] また、本発明の第19の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去するフィルタと、を有し、フィルタの表面に高圧熱水又は高圧蒸気を当てることによって、フィルタの表面及び内部での海水の凍結を防止する資源収集システムを提供するものである。

[0035] また、本発明の第20の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去するフィルタと、を有し、フィルタの長手方向の両端の伝熱手段を通してフィルタに高圧熱水又は高圧蒸気の熱を伝えることによって、フィルタの表面及び内部での海水の凍結を防止する資源収集システムを提供するものである。

[0036] また、本発明の第21の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を

保護する保護管と、保護管の内部にU字状に設けられ、海底地層と保護管との間に循環流を発生させる循環流発生管と、循環流発生管の途中に配置された高周波ヒータに電力を供給する電力供給装置と、を有し、電力供給装置は、海底地層の中の熱水鉱床の熱を電力に変換して供給する熱電変換装置である資源収集システムを提供するものである。

[0037] また、本発明の第22の実施態様は、海底地層から収集した資源を収集資源貯蔵タンクまで送る資源収集管と、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する保護管と、保護管の内部に配置され、海底地層からの土砂を除去するフィルタと、を有し、フィルタは、綿状に絡み合った繊維状金属を積層して圧縮したものを備え、フィルタの長手方向の貫通孔の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流すことによって、フィルタの表面及び内部での海水の凍結を防止する資源収集システムを提供するものである。

発明の効果

[0038] 本発明によれば、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

また、本発明によれば、上記効果に加え、従来と同等以上に長時間連続して安定的に稼働することができ、必要なエネルギーをより効率的に供給することができ、小型にすることができる。

図面の簡単な説明

[0039] [図1]本発明の第1の実施形態の資源収集システムを含む全体構成を模式的に示すブロック図である。

[図2]図1の資源収集システムを構成する資源収集装置の機能を模式的に示す縦断面図である。

[図3]図2の資源収集装置を構成するフィルタ及びその周辺の機能を模式的に示す部分縦断面図である。

[図4]図2の資源収集装置の線A Aにおける横断面図である。

[図5]図2の資源収集装置の線B Bにおける横断面図である。

[図6]図2の資源収集装置の線C Cにおける横断面図である。

[図7]図2の資源収集装置の線D Dにおける横断面図である。

[図8]図2の資源収集装置の線E Eにおける横断面図である。

[図9]海底地層の中に供給された発泡材、燃料ガス、及び空気のイメージ図である。

[図10]図2の資源収集装置を構成するコイルドチュービング装置の一例の機能を模式的に示す部分縦断面図である。

[図11]破碎粒子のイメージ図である。

[図12] (a) は、図2の資源収集装置を構成するフィルタの一例を模式的に示す縦断面図であり、(b) は、その横断面図であり、(c) は、フィルタの変形例1を模式的に示す縦断面図であり、(d) は、フィルタの変形例2を模式的に示す縦断面図である。

[図13] (a) 及び (b) は、永久磁石の動きを模式的に示す縦断面図である。

[図14] (a) は、フィルタの変形例3を模式的に示す縦断面図であり、(b) は、その横断面図であり、図14 (c) は、フィルタの変形例4を模式的に示す縦断面図であり、図14 (d) は、その横断面図である。

[図15] (a) は、図2の資源収集装置を構成する循環流発生管の機能を模式的に示す部分縦断面図であり、(b) 及び (c) は、循環流発生管の動きを模式的に示す部分縦断面図である。

[図16] (a) は、図2の資源収集装置を構成する電力供給装置の一例を模式的に示す縦断面図であり、(b) は、電力供給装置の一部の変形例1を模式的に示す縦断面図であり、(c) は、電力供給装置の変形例2を模式的に示す縦断面図である。

[図17]本発明の第2の実施形態の資源収集システムを含む全体構成を模式的に示すブロック図である。

[図18] (a) は、図17の資源収集システムを構成する資源収集装置の機能を模式的に示す縦断面図であり、(b) は、図18 (a) の資源収集装置を構成する保護管の底壁及びその周辺の機能を模式的に示す部分縦断面図であ

る。

発明を実施するための形態

[0040] 以下に、本発明を添付の図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。本発明の資源収集システムは、海水のプレッシャが掛かった場所で、誘爆によって広範囲に発生した爆発的な燃焼の熱及び衝撃波を伝える伝導体、いわゆるプレッシャ誘爆熱衝撃波伝導体を用いたものを含む。本明細書において、土砂は、土及び砂だけでなく、泥及び海水を含み、凍結防止及び海底地層加熱に使用される高圧熱水又は高圧蒸気は、いずれか一方だけでなく、高圧蒸気が混じった高圧熱水を含む。本明細書において、同一の構成要素には同一の符号を付け、重複する場合にはその説明を省略する。また、本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置の各機能は、互いに組み合わせて使用することができ、1つの資源収集システムの中で複数のコイルドチュービング装置、複数のフィルタ、複数の電力供給装置を使用する場合には、それぞれの一例及びその変形例の内の互いに異なるものを異なる位置に配置し、組み合わせて使用することができる。さらに、本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置の全ての駆動部分（回転、垂直方向の動き、水平方向の動き、曲線方向の動き）は、油圧モータを含む液圧モータ又はエアモータで駆動される。

[0041] まず、本発明の第1の実施形態の資源収集システムを含む全体構成について説明する。図1は、本発明の第1の実施形態の資源収集システムを含む全体構成を模式的に示すブロック図である。

[0042] 全体構成10は、海面上に配置された構造物12と、構造物12から下方に伸びる接続管14と、接続管14の下端に備えられた掘削装置16と、接続管14と掘削装置16との間に備えられた資源収集装置20と、を有する。資源収集装置20は、ガスハイドレート層などを含む海底地層18を破砕して多数の割れ目18aを入れることによって資源を収集する。構造物12は、収集資源貯蔵タンク12a、水供給装置12b、燃料ガス供給装置12c、空気供給装置12d、発泡材原液供給装置12e、導電粒子供給装置1

2 f、破碎粒子供給装置 1 2 g、及びセメント粒子供給装置 1 2 h を備える。

[0043] 次に、本発明の第 1 の実施形態の資源収集システムについて、それを構成する資源収集装置を参照して説明する。図 2 は、図 1 の資源収集システムを構成する資源収集装置の機能を模式的に示す縦断面図であり、図 3 は、図 2 の資源収集装置を構成するフィルタ及びその周辺の機能を模式的に示す部分縦断面図であり、図 4 ～ 8 は、図 2 の資源収集装置の線 A A ～ E E における横断面図である。

[0044] <資源収集>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 2 0 a は、資源収集管と保護管 2 2 とフィルタ 2 4 とを有する。資源収集管は、海底地層 1 8 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 1 2 a まで送る。保護管 2 2 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。フィルタ 2 4 は、保護管 2 2 の内部に配置され、海底地層 1 8 からの土砂を除去する。保護管 2 2 は、軸方向を海面に対して上下に向けて配置される。資源収集管は、ガス収集管 2 6 とオイル収集管 2 8 とを含み、ガス収集管 2 6 は、フィルタ 2 4 の上方に設けられたガス貯留室 3 0 に接続され、オイル収集管 2 8 は、フィルタ 2 4 の下方に設けられたオイル貯留室 3 2 に接続される。フィルタ 2 4 は、長手方向に貫通する資源収集孔 2 4 b を備える。本発明の資源収集システムは、フィルタ 2 4 を外側から内側に向かって通過して資源収集孔 2 4 b に到達した資源の内、ガスをガス貯留室 3 0 まで上昇させ、オイルをオイル貯留室 3 2 まで下降させる。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、ガスとオイルとを同時に収集できるので、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

[0045] 破碎された海底地層 1 8 は、例えば、資源収集管に周設された保護管 2 2 の側壁 2 2 a を貫通する少なくとも 1 つの側壁孔 2 2 b を通ってフィルタ 2 4 まで移動する。ガス収集管 2 6 は、メタンのような相対的に比重の大きい

ガスを収集するガス収集管 26 a と、ブタンのような相対的に比重の小さいガスを収集するガス収集管 26 b と、を含む。オイル収集管 28 は、相対的に比重の大きいオイルを収集するオイル収集管 28 a と、相対的に比重の小さいオイルを収集するオイル収集管 28 b と、を含む。フィルタ 24、資源収集孔 24 b の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に資源を収集することができるように最適化されるのが好ましい。

[0046] <フィルタ配置>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 b は、資源収集管と保護管 22 とフィルタ 24 とを有する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12 a まで送る。保護管 22 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。フィルタ 24 は、保護管 22 の内部に配置され、海底地層 18 からの土砂を除去する。フィルタ 24 は、円柱状の複数のエレメント 24 a を含み、各エレメント 24 a は、長手方向に対して少なくとも 1 つの位置に、各位置の周方向に所定の間隔で配置される。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、同時には故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0047] フィルタ 24 の大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に資源を収集することができるように最適化されるのが好ましい。フィルタ 24 の長手方向の段数は、特に制限的ではない。エレメント 24 a の材料は、特に制限的ではないが、セラミックであるのが好ましい。

[0048] <フィルタ凍結防止>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 c は、資源収集管と保護管 22 とフィルタ 24 とを有する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12 a まで送る。保護管 22 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。フィルタ 24 は、保護管 22 の内部に配置され、海底地層 18 からの土砂を除去する。本発明の資源収集システムは、フィルタ 24 の長手方向の貫通孔 24 c の中に高圧熱水又は高圧蒸

気を流すことによって、フィルタ 24 の表面及び内部での海水の凍結を防止する。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0049] 資源収集時には、上側配管 38d から貫通孔 24c を通って下側配管 40d に、又はその逆方向に凍結防止用の高圧熱水又は高圧蒸気を流す。高圧熱水又は高圧蒸気は、ヒータ及び高圧ポンプを介して水供給装置 12b から供給されるものであり、超臨界水でも良い。フィルタ 24 の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に資源を収集することができるように最適化されるのが好ましい。貫通孔 24c の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に加熱することができるように最適化されるのが好ましい。フィルタ 24 の長手方向の貫通孔 24c の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流す代わりに、フィルタ 24 の表面に高圧熱水又は高圧蒸気を当てることによって、フィルタ 24 の表面及び内部での海水の凍結を防止しても良い。また、フィルタ 24 の長手方向の貫通孔 24c の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流す代わりに、フィルタ 24 の長手方向の両端の伝熱手段を通してフィルタ 24 に高圧熱水又は高圧蒸気の熱を伝えることによって、フィルタ 24 の表面及び内部での海水の凍結を防止しても良い。

[0050] 本発明の伝熱手段は、フィルタ固定板 58a と中央案内板 58b と外側案内板 58c と内側案内板 58d とを含む。フィルタ固定板 58a は、フィルタ 24 の長手方向の両端を両側から固定する板である。中央案内板 58b は、側壁孔 22b を通過した海底地層 18 の小片をフィルタ 24 に案内する板であり、フィルタ固定板 58a と熱的に接触する。外側案内板 58c は、小片を同様に案内する中央案内板 58b の外側の板であり、保護管 22 及び中央案内板 58b と熱的に接触する。内側案内板 58d は、小片を同様に案内する中央案内板 58b の内側の板であり、中央案内板 58b と熱的に接触する。フィルタ 24 の長手方向の一端の伝熱手段と他端の伝熱手段は、高圧熱

水又は高圧蒸気を当てることによって直接加熱されても良く、また、高圧熱水又は高圧蒸気で加熱された保護管 22 からの熱伝導によって間接的に加熱されても良い。

[0051] <側壁孔付き保護管>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 d は、資源収集管と保護管 22 とフィルタ 24 とゲート管 34 とを有する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12 a まで送る。保護管 22 は、資源収集管に周設された側壁 22 a 及び側壁 22 a を貫通する複数の側壁孔 22 b を備え、資源収集管を保護する。フィルタ 24 は、保護管 22 の内部に配置され、海底地層 18 からの土砂を除去する。ゲート管 34 は、複数の側壁孔 22 b を開閉するために保護管 22 の外側及び保護管 22 とフィルタ 24 との間の少なくとも一方に配置される。本発明の資源収集システムは、海底地層 18 から資源を収集する時に複数の側壁孔 22 b を開き、それ以外の時に複数の側壁孔 22 b を閉じる。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0052] ゲート管 34 の内、保護管 22 の外側に配置されたものは、外側ゲート管 34 a であり、保護管 22 とフィルタ 24 との間に配置されたものは、内側ゲート管 34 b であり、それぞれが側壁 34 c、側壁 34 c を貫通する複数の側壁孔 34 d、及び側壁 34 c の軸方向の貫通孔 34 e を備える。側壁孔 34 d の大きさが、保護管 22 の側壁孔 22 b とほぼ同一であり、ゲート管 34 の円周方向の側壁孔 34 d の長さが、円周方向のピッチの半分未満である場合には、油圧モータ又はエアモータを使用してゲート管 34 を側壁孔 34 d の長さ分回転させることによって、保護管 22 の側壁孔 22 b を塞ぐことができる。同様に、ゲート管 34 の軸方向の側壁孔 34 d の長さが、軸方向のピッチの半分未満である場合には、油圧モータ又はエアモータを使用してゲート管 34 を側壁孔 34 d の長さ分軸方向に移動させることによって、

保護管 2 2 の側壁孔 2 2 b を塞ぐことができる。側壁孔 2 2 b、側壁孔 3 4 d の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に資源を収集することができるように最適化されるのが好ましい。保護管 2 2、ゲート管 3 4 の材料は、特に制限的ではないが、鉄又はステンレス鋼であるのが好ましい。

[0053] <開口条件>

本発明の資源収集システムは、保護管 2 2 の内側の圧力を保護管 2 2 の外側の海底地層 1 8 と同じ圧力まで上昇させた後に、複数の側壁孔 2 2 b を開いても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0054] <保護管凍結防止>

本発明の資源収集システムは、保護管 2 2 の側壁 2 2 a の軸方向の貫通孔 2 2 c 又はらせん状の貫通孔の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流すことによって、保護管 2 2 とゲート管 3 4 との間及び複数の側壁孔 2 2 b の中での海水の凍結を防止しても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0055] 資源収集時には、上側配管 3 8 a から貫通孔 2 2 c を通って下側配管 4 0 a に、又はその逆方向に凍結防止用の高圧熱水又は高圧蒸気を流す。高圧熱水又は高圧蒸気は、ヒータ及び高圧ポンプを介して水供給装置 1 2 b から供給されるものであり、超臨界水でも良い。らせん状の貫通孔は、複数の細管に口ウを満たし、両端を閉じて周囲に爆薬を詰めて点火し、爆発の衝撃で互いに溶着させる方法で構成することができる。貫通孔 2 2 c の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に加熱することができるように最適化されるのが好ましい。

[0056] <ゲート管凍結防止>

本発明の資源収集システムは、ゲート管 3 4 の側壁 3 4 c の軸方向の貫通

孔 3 4 e 又はらせん状の貫通孔の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流すことによって、保護管 2 2 とゲート管 3 4 との間及び複数の側壁孔 3 4 d の中での海水の凍結を防止しても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0057] 資源収集時には、上側配管 3 8 a から貫通孔 3 4 e を通って下側配管 4 0 a に、又はその逆方向に凍結防止用の高圧熱水又は高圧蒸気を流す。高圧熱水又は高圧蒸気は、ヒータ及び高圧ポンプを介して水供給装置 1 2 b から供給されるものであり、超臨界水でも良い。貫通孔 3 4 e の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に加熱することができるように最適化されるのが好ましい。

[0058] <プレコーティング>

本発明の資源収集システムは、高圧水にコーティング剤を混入し、複数の側壁孔 2 2 b を閉じた状態で、コーティング剤を混入した高圧水を、資源を収集する時に資源がフィルタ 2 4 の中を流れる方向と同じ方向に流すことによって、フィルタ 2 4 をコーティングしても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0059] 資源収集前のプレコーティング時には、上側配管 3 8 b から下側配管 4 0 d に、又は下側配管 4 0 b から上側配管 3 8 d にコーティング剤を混入した高圧水を流す。高圧水は、高圧ポンプを介して水供給装置 1 2 b から供給される。コーティング剤は、貯蔵タンク 3 6 から供給される。コーティング剤の材料は、珪藻土又は磁性体粉末付き珪藻土である。

[0060] <逆洗浄>

本発明の資源収集システムは、複数の側壁孔 2 2 b を閉じた状態で、高圧水を、資源を収集する時に資源がフィルタ 2 4 の中を流れる方向と逆方向に流すことによって、フィルタ 2 4 の内部を洗浄しても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにく

いので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0061] 資源収集後の逆洗浄時には、上側配管 38 d から下側配管 40 b に、又は下側配管 40 d から上側配管 38 b に高圧水を流す。高圧水は、高圧ポンプを介して水供給装置 12 b から供給される。

[0062] <シャワーリング>

本発明の資源収集システムは、さらに、複数の側壁孔 22 b を閉じた状態で、高圧熱水又は高圧蒸気をフィルタ 24 の表面に流すことによって、フィルタ 24 の表面を洗浄しても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0063] 資源収集後の逆洗浄時には、さらに、上側配管 38 c から下側配管 40 b に、又は下側配管 40 c から上側配管 38 b にシャワーリング用の高圧熱水又は高圧蒸気を流す。高圧熱水又は高圧蒸気は、ヒータ及び高圧ポンプを介して水供給装置 12 b から供給されるものであり、超臨界水でも良い。ここで、超臨界水とは、温度と圧力がそれぞれ臨界温度 374℃、臨界圧力 22.1 MPa を上回る状態にある水を意味する。

[0064] 資源収集装置 20 d は、さらに、中央に配置された中央配管 42 を備え、中央配管 42 は、掘削装置 16 の冷却用の冷却水供給管 42 a、冷却水回収管 42 b、資源収集装置 20 d の内部への空気供給管 42 c、資源収集装置 20 d の内部からの排気ガス回収管 42 d、資源収集装置 20 d に必要な気体、液体、固体用の配管を収納する配管類収納管 42 e、及び資源収集装置 20 d に必要な電気配線を収納する配線類収納管 42 f を含む。中央配管 42 は、6 重管の構成に限定されず、1 つの管の内部に 5 つの独立管を収納した構成でも良い。資源収集装置 20 d の貯蔵タンク 36 は、さらに、水、燃料ガス、発泡材の原液、導電粒子、破碎粒子、及びセメント粒子をそれぞれ一時的に貯蔵する領域を備えても良い。

[0065] <二次保護管>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 d は、さらに、二

二次保護管 4 4 と二次フィルタ 4 6 と二次ゲート管 4 8 とを有しても良い。二次保護管 4 4 は、フィルタ 2 4 の内側に配置された二次側壁 4 4 a 及び二次側壁 4 4 a を貫通する複数の二次側壁孔 4 4 b を備える。二次フィルタ 4 6 は、二次保護管 4 4 の内部に配置され、海底地層 1 8 からの土砂を除去する。二次ゲート管 4 8 は、複数の二次側壁孔 4 4 b を開閉するためにフィルタ 2 4 と二次保護管 4 4 との間及び二次保護管 4 4 と二次フィルタ 4 6 との間の少なくとも一方に配置される。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、同時には故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0066] 本発明の資源収集システムは、海底地層 1 8 から資源を収集する時に複数の二次側壁孔 4 4 b を開き、それ以外の時に複数の二次側壁孔 4 4 b を閉じる。二次ゲート管 4 8 の内、フィルタ 2 4 と二次保護管 4 4 との間に配置されたものは、二次外側ゲート管 4 8 a であり、二次保護管 4 4 と二次フィルタ 4 6 との間に配置されたものは、二次内側ゲート管 4 8 b であり、それぞれが二次側壁 4 8 c、二次側壁 4 8 c を貫通する複数の二次側壁孔 4 8 d、及び二次側壁 4 8 c の軸方向の二次貫通孔 4 8 e とを備える。二次側壁孔 4 8 d の大きさが、二次保護管 4 4 の二次側壁孔 4 4 b とほぼ同一であり、二次ゲート管 4 8 の円周方向の二次側壁孔 4 8 d の長さが、円周方向のピッチの半分未満である場合には、油圧モータ又はエアモータを使用して二次ゲート管 4 8 を二次側壁孔 4 8 d の長さ分回転させることによって、二次保護管 4 4 の二次側壁孔 4 4 b を塞ぐことができる。同様に、二次ゲート管 4 8 の軸方向の二次側壁孔 4 8 d の長さが、軸方向のピッチの半分未満である場合には、油圧モータ又はエアモータを使用して二次ゲート管 4 8 を二次側壁孔 4 8 d の長さ分軸方向に移動させることによって、二次保護管 4 4 の二次側壁孔 4 4 b を塞ぐことができる。二次側壁孔 4 4 b、二次側壁孔 4 8 d の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に資源を収集することができるように最適化されるのが好ましい。二次保護管 4 4、二次ゲート管 4 8 の材料は、特に制限的ではないが、鉄又はステンレス鋼であるのが

好ましい。

[0067] 本発明の資源収集システムは、二次保護管 4 4 の二次側壁 4 4 a の軸方向の二次貫通孔 4 4 c 又はらせん状の貫通孔の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流すことによって、二次保護管 4 4 と二次ゲート管 4 8 との間及び複数の二次側壁孔 4 4 b の中での海水の凍結を防止しても良い。資源収集時には、上側配管 3 8 a から二次貫通孔 4 4 c を通って下側配管 4 0 a に、又はその逆方向に凍結防止用の高圧熱水又は高圧蒸気を流す。高圧熱水又は高圧蒸気は、ヒータ及び高圧ポンプを介して水供給装置 1 2 b から供給されるものであり、超臨界水でも良い。二次貫通孔 4 4 c の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に加熱することができるように最適化されるのが好ましい。

[0068] 本発明の資源収集システムは、二次ゲート管 4 8 の二次側壁 4 8 c の軸方向の二次貫通孔 4 8 e 又はらせん状の貫通孔の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流すことによって、二次保護管 4 4 と二次ゲート管 4 8 との間及び複数の二次側壁孔 4 8 d の中での海水の凍結を防止しても良い。資源収集時には、上側配管 3 8 a から二次貫通孔 4 8 e を通って下側配管 4 0 a に、又はその逆方向に凍結防止用の高圧熱水又は高圧蒸気を流す。高圧熱水又は高圧蒸気は、ヒータ及び高圧ポンプを介して水供給装置 1 2 b から供給されるものであり、超臨界水でも良い。二次貫通孔 4 8 e の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に加熱することができるように最適化されるのが好ましい。

[0069] 二次保護管 4 4 は、軸方向を海面に対して上下に向けて配置される。資源収集管は、二次ガス収集管 5 0 と二次オイル収集管 5 2 とを含み、二次ガス収集管 5 0 は、二次フィルタ 4 6 の上方に設けられた二次ガス貯留室 5 4 に接続され、二次オイル収集管 5 2 は、二次フィルタ 4 6 の下方に設けられた二次オイル貯留室 5 6 に接続される。二次フィルタ 4 6 は、長手方向に貫通する二次資源収集孔 4 6 b を備える。本発明の資源収集システムは、二次フィルタ 4 6 を外側から内側に向かって通過して二次資源収集孔 4 6 b に到達

した資源の内、ガスを二次ガス貯留室 5 4 まで上昇させ、オイルを二次オイル貯留室 5 6 まで下降させる。

[0070] 二次ガス収集管 5 0 は、メタンのような相対的に比重の大きいガスを収集する二次ガス収集管 5 0 a と、ブタンのような相対的に比重の小さいガスを収集する二次ガス収集管 5 0 b と、を含む。二次オイル収集管 5 2 は、相対的に比重の大きいオイルを収集する二次オイル収集管 5 2 a と、相対的に比重の小さいオイルを収集する二次オイル収集管 5 2 b と、を含む。二次フィルタ 4 6、二次資源収集孔 4 6 b の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に資源を収集することができるように最適化されるのが好ましい。

[0071] 二次フィルタ 4 6 は、円柱状の複数の二次エレメント 4 6 a を含み、各二次エレメント 4 6 a は、長手方向に対して少なくとも 1 つの位置に、各位置の周方向に所定の間隔で配置される。二次フィルタ 4 6 の大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に資源を収集することができるように最適化されるのが好ましい。二次フィルタ 4 6 の長手方向の段数は、特に制限的ではない。二次エレメント 4 6 a の材料は、特に制限的ではないが、セラミックであるのが好ましい。

[0072] 本発明の資源収集システムは、二次フィルタ 4 6 の長手方向の二次貫通孔 4 6 c の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流すことによって、二次フィルタ 4 6 の表面及び内部での海水の凍結を防止する。資源収集時には、上側配管 3 8 d から二次貫通孔 4 6 c を通って下側配管 4 0 d に、又はその逆方向に凍結防止用の高圧熱水又は高圧蒸気を流す。高圧熱水又は高圧蒸気は、ヒータ及び高圧ポンプを介して水供給装置 1 2 b から供給されるものであり、超臨界水でも良い。二次貫通孔 4 6 c の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に加熱することができるように最適化されるのが好ましい。

[0073] 次に、資源収集装置を構成するコイルドチュービング装置の一例及び発泡材について説明する。図 9 は、海底地層の中に供給された発泡材、燃料ガス

、及び空気のイメージ図であり、図１０は、図２の資源収集装置を構成するコイルドチュービング装置の一例の機能を模式的に示す部分縦断面図である。

[0074] <コイルドチュービング装置、発泡材及び燃料ガス>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置２０eは、資源収集管と保護管２２とコイルドチュービング装置６０とを有する。資源収集管は、海底地層１８から収集した資源を収集資源貯蔵タンク１２aまで送る。保護管２２は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。コイルドチュービング装置６０は、海面上又は保護管２２の内部に配置された巻取り用のリール６２から繰り出し装置６４によって繰り出され、保護管２２の側壁２２aを貫通して内側から外側に伸びる。本発明の資源収集システムは、コイルドチュービング装置６０を通して、海底地層１８の中に発泡材の原液、燃料ガス、及び酸素を含む空気を供給し、発泡材の原液を互いに混合して燃料ガス６６a及び空気６６bを含む雰囲気中で発泡させ、発泡材６６cの空洞内に溜まった燃料ガス６６aを爆発的に燃焼させることによって、海底地層１８を破碎する。本発明の資源収集管は、ガス収集管２６とオイル収集管２８とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、広範囲の海底地層を短時間で加熱できるので、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

[0075] 発泡材６６cの空洞内に溜まった燃料ガス６６aを爆発的に燃焼させることによって、海底地層１８の中に、より効率的に海底地層１８から資源を収集するための割れ目１８aを入れることができる。コイルドチュービング装置６０は、コイルドチュービング装置の一例であり、小型の掘削装置を先端に備える。コイルドチュービング装置６０は、割れ目１８aから噴出した資源を収集する資源収集管を内部に備えても良い。コイルドチュービング装置６０の数は、資源収集装置２０eの内部に収納できれば、特に制限的ではない。発泡材の原液は、貯蔵タンク３６の内部に一時的に貯蔵する領域を設置

して貯蔵しても良い。発泡材は、特に制限的ではないが、発泡ウレタンを使用する場合には、ポリイソシアネート及びポリオールの2液を原液とするものが好ましい。また、発泡シリコーンを使用する場合には、2成分型液状シリコーンの2液を原液とし、その2液を混合後攪拌して発泡させるものが好ましい。さらに、他の発泡ポリマを使用しても良い。燃料ガス66aの材料は、特に制限的ではないが、メタン、エタン、プロパン、ブタンのようなガスであるのが好ましい。燃料ガス66aは、海底地層18から収集したガスを使用しても良い。なお、図9の燃料ガス66a及び空気66bは、別の球体として模式的に示されているが、発泡材66cの空洞内には混合ガスとして供給されるので、燃料ガス66a及び空気66bが分離しているわけではない。水蒸気や温水などの温度の高い流体をメタンハイドレート層に注入してメタンハイドレートを分解させる方法を「加熱法」又は「熱刺激法」という。

[0076] 燃料ガス66aを供給する代わりに、燃料ガスを発生させるものとして、例えば、カーバイド（炭化カルシウム）粒子及び高圧水を供給し、互いの化学反応によって燃料ガスのアセチレンガスを発生させ、発泡材66cの空洞内に溜まったアセチレンガスを爆発的に燃焼させることによって、海底地層18を破砕しても良い。カリウム、カルシウム、ナトリウムと冷水との反応、マグネシウムと熱水との反応、アルミニウム、亜鉛、鉄と高温の水蒸気との反応などによって燃料ガスの水素を発生させても良い。また、燃料ガス66aを供給する代わりに、燃料ガスを発生させるものとして、例えば、メタノール及び高圧水を供給し、メタノールによる海底地層、即ち、メタンハイドレート層の分解促進によって燃料ガスのメタンガスを発生させ、発泡材66cの空洞内に溜まったメタンガスを爆発的に燃焼させることによって、海底地層18を破砕しても良い。メタンハイドレートの分解を促進する、メタノールや塩分などのインヒビターを水と混ぜてメタンハイドレート層に注入する方法を「インヒビター法」又は「インヒビター注入法」という。

[0077] <混合室>

コイルドチュービング装置 60 は、管状のチューブ外壁 70 と開口 72 と混合室 74 とを備えても良い。開口 72 は、チューブ外壁 70 に設けられ、混合室 74 は、開口 72 の内側に設けられる。本発明の資源収集システムは、発泡材の原液を混合室 74 で互いに混合した後に、その混合物を、燃料ガス 66 a 及び空気 66 b と共に開口 72 を通って海底地層 18 とチューブ外壁 70 との間に供給する。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、広範囲の海底地層を短時間で加熱できるので、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

[0078] コイルドチュービング装置 60 のチューブ外壁 70 は、溶接鋼管であり、帯状の鋼板を連続圧延によって筒状に丸めながら管の長手方向にできる継ぎ目を溶接して製造する。長さが足りない場合には、鋼板の端辺を斜めに裁断して溶接するバイアス溶接によって継ぎ足す。燃料ガス 66 a は、燃料ガス供給装置 12 c から燃料ガス供給管 68 a を通って、空気 66 b は、空気供給装置 12 d から空気供給管 42 c、空気供給管 68 b を通って、発泡材の原液は、発泡材原液供給装置 12 e から発泡材原液供給管 68 c を通って、混合室 74 に供給される。燃料ガス 66 a を供給する代わりに、カーバイド（炭化カルシウム）粒子及び高圧水を供給する場合には、カーバイド粒子は、燃料ガス供給装置 12 c から燃料ガス供給管 68 a を通って、高圧水は、水供給装置 12 b から高圧水供給管 68 e 及び高圧ポンプを通して、混合室 74 に供給される。また、燃料ガス 66 a を供給する代わりに、メタノール及び高圧水を供給する場合には、メタノールは、燃料ガス供給装置 12 c から燃料ガス供給管 68 a を通って、高圧水は、水供給装置 12 b から高圧水供給管 68 e 及び高圧ポンプを通して、混合室 74 に供給される。開口 72 の形状は、混合後の発泡材の原液が通過できれば、特に制限的ではなく、大きさ及び数は、チューブ外壁 70 の強度が不足しなければ、特に制限的ではない。混合室 74 の形状は、発泡材の原液を互いに混合できれば、特に制限的ではなく、大きさ及び数は、コイルドチュービング装置 60 の強度が不足

しなければ、特に制限的ではない。

[0079] <点火配線>

発泡材の原液を互いに混合して形成された発泡材 66c は、導電体金属又はカーボンナノチューブのような導電粒子 66d を含んでも良い。本発明の資源収集システムは、導電性を有する発泡材 66c とチューブ外壁 70 又は混合室 74 に露出しかつ電氣的に絶縁された点火配線 68g との間に高電圧を印加することによって、発泡材 66c の空洞内に溜まった燃料ガス 66a 又はその代わりに発生させた燃料ガスに点火しても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、広範囲の海底地層を短時間で加熱できるので、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

[0080] 導電粒子 66d は、導電粒子供給装置 12f から導電粒子供給管 68d を通って混合室 74 に供給される。導電粒子 66d は、貯蔵タンク 36 の内部に一時的に貯蔵する領域を設置して貯蔵しても良い。

[0081] <点火プラグ>

本発明の資源収集システムは、チューブ外壁 70 又は混合室 74 に設けられた点火プラグ（図示せず）に高電圧を印加することによって、発泡材 66c の空洞内に溜まった燃料ガス 66a 又はその代わりに発生させた燃料ガスに点火しても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、広範囲の海底地層を短時間で加熱できるので、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

[0082] <混合室洗浄>

本発明の資源収集システムは、高圧水及び高圧空気の少なくとも一方を使用して混合室 74 を洗浄しても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、広範囲の海底地層を短時間で加熱できるので、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

[0083] 高圧水は、水供給装置 1 2 b から高圧水供給管 6 8 e 及び高圧ポンプを通して、高圧空気は、空気供給装置 1 2 d から高圧空気供給管 6 8 f 及び高圧ポンプを通して、混合室 7 4 に供給される。

[0084] 次に、資源収集装置を構成するコイルドチュービング装置の変形例について説明する。

＜コイルドチュービング装置の側壁孔付き保護管＞

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 2 0 f は、資源収集管と保護管 2 2 とコイルドチュービング装置とを有する。資源収集管は、海底地層 1 8 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 1 2 a まで送る。保護管 2 2 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。コイルドチュービング装置は、海面上又は保護管 2 2 の内部に配置された巻取り用のリール 6 2 から繰り出し装置 6 4 によって繰り出され、保護管 2 2 の側壁 2 2 a を貫通して内側から外側に伸び、サブ資源収集管とサブ保護管とサブフィルタとサブゲート管とを有する。サブ資源収集管は、海底地層 1 8 から収集した資源を収集資源管まで送る。サブ保護管は、サブ資源収集管に周設されたサブ側壁及びサブ側壁を貫通する複数のサブ側壁孔を備え、サブ資源収集管を保護する。サブフィルタは、サブ保護管の内部に配置され、海底地層 1 8 からの土砂を除去する。サブゲート管は、複数のサブ側壁孔を開閉するためにサブ保護管の外側及びサブ保護管とサブフィルタとの間の少なくとも一方に配置される。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、広範囲の海底地層から資源を収集できるので、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

[0085] 本発明の資源収集システムは、海底地層 1 8 から資源を収集する時に複数のサブ側壁孔を開き、それ以外の時に複数のサブ側壁孔を閉じる。本発明の資源収集管は、ガス収集管 2 6 とオイル収集管 2 8 とを含む。サブ資源収集管とサブ保護管とサブゲート管は、チューブ外壁 7 0 と同様に溶接鋼管である。

[0086] <コイルドチュービング装置配置>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 f のコイルドチュービング装置は、保護管 22 の軸方向に対して少なくとも 1 つの位置に、各位置の周方向に所定の間隔で複数配置されても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、広範囲の海底地層から資源を収集できるので、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

[0087] コイルドチュービング装置 60 の数は、資源収集装置 20 f の内部に収納できれば、特に制限的ではない。

[0088] 次に、本発明の第 1 の実施形態の資源収集システムを構成する破碎粒子について説明する。図 11 は、破碎粒子のイメージ図である。

<破碎粒子>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 g は、高圧水供給管と資源収集管とを有する。高圧水供給管は、海底地層 18 から資源を収集するために海底地層 18 の中に高圧水を供給する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12 a まで送る。本発明の資源収集システムは、高圧水供給管の中の高圧水に破碎粒子 80 を混入し、破碎粒子 80 を混入した高圧水によって、海底地層 18 を破碎する。破碎粒子 80 は、セメント粒子 82 の外側に、遅効性発熱体 84、膨張体 86、速効性発熱体 88 が順にコーティングされたものであり、遅効性発熱体 84 は、高圧水の水分を吸収して発熱する材料をマイクロ波で焼成したものであり、膨張体 86 は、高圧水の水分を吸収して膨張する材料で形成されたものであり、速効性発熱体 88 は、遅効性発熱体 84 と同一の材料を遅効性発熱体 84 よりも短時間マイクロ波で焼成したもの、又はマイクロ波で焼成していないものである。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、広範囲の海底地層を短時間で加熱できるので、より効率的に海底地層から資源を収集す

ることができる。

[0089] 本発明の高圧水供給管は、高圧ポンプを介して水供給装置 12 b に接続される。破碎粒子 80 は、破碎粒子供給装置 12 g から供給される。速効性発熱体 88 及び遅効性発熱体 84 を使用して生じた海底地層 18 の小さい窪みを膨張体 86 を使用して押し広げることによって、海底地層 18 の中に、より効率的に海底地層 18 から資源を収集するための割れ目 18 a を入れることができる。速効性発熱体 88 は、数分～数時間程度で発熱して海水の氷を溶かすためのものであり、遅効性発熱体 84 は、数日～数週間程度で発熱してガスハイドレート層のような固体資源を溶かすためのものである。破碎粒子 80 は、貯蔵タンク 36 の内部に一時的に貯蔵する領域を設置して貯蔵しても良い。破碎粒子 80 は、コイルドチュービング装置 60 を使用して海底地層の中に供給しても良い。その場合、高圧水供給管 68 e の中の高圧水に破碎粒子 80 を混入しても良い。遅効性発熱体 84、速効性発熱体 88 は、特に制限的ではないが、鉄粉が空気に触れて酸化する際に化学反応を起こして発熱するもの、又は酸化カルシウムと水を反応させて水酸化カルシウムを生成し、その時に発生する熱エネルギーとアルカリ水溶液を開始剤としてアルミニウムと水酸化カルシウムを反応させるものであるのが好ましい。膨張体 86 は、特に制限的ではないが、石灰・石膏・ボーキサイトを主成分とする焼成化合物を適当な粒度分布となるように粉碎したもの、又は酸化カルシウムと水が反応して水酸化カルシウムになる時に水酸化カルシウムの粒子が膨張するものであるのが好ましい。

[0090] 次に、資源収集装置を構成する土砂排出装置について説明する。

<土砂排出>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 h は、資源収集管と保護管 22 とフィルタ 24 とを有する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12 a まで送る。保護管 22 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。フィルタ 24 は、保護管 22 の内部に配置され、海底地層 18 からの土砂を除去する。本発明の資源収集シス

テムは、高圧ポンプを使用して、フィルタ 24 が除去した土砂を保護管 22 の側壁 22 a の開口から海底地層 18 に向かって押し出す。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、土砂を溜めこまないで、小型にすることができる。

[0091] 資源収集装置 20 h は、土砂排出装置 90 を有し、土砂排出装置 90 は、らせん状回転翼を回転させることによって、フィルタ 24 が除去した土砂を保護管 22 の側壁 22 a の方向に移動させる軸流ポンプと、その土砂を保護管 22 の側壁 22 a の開口から海底地層 18 に向かって押し出す高圧ポンプと、を備える。らせん状回転翼は、油圧モータ又はエアモータで駆動される。土砂排出装置 90 は、土砂と共に余剰のコーティング剤を排出しても良い。本発明の資源収集システムは、土砂を排出する前に、土砂の中にセメント粒子を混入するのが好ましい。高圧ポンプの種類は、特に限定的ではないが、土砂を押し出す圧力の点でプランジャポンプが好ましい。土砂排出装置 90 の数は、資源収集装置 20 h の内部に収納できれば、特に制限的ではない。

[0092] 次に、資源収集装置を構成するフィルタについて説明する。図 12 (a) は、図 2 の資源収集装置を構成するフィルタの一例を模式的に示す縦断面図であり、図 12 (b) は、その横断面図であり、図 12 (c) は、フィルタの変形例 1 を模式的に示す縦断面図であり、図 12 (d) は、フィルタの変形例 2 を模式的に示す縦断面図であり、図 13 (a) 及び図 13 (b) は、永久磁石の動きを模式的に示す縦断面図であり、図 14 (a) は、フィルタの変形例 3 を模式的に示す縦断面図であり、図 14 (b) は、その横断面図であり、図 14 (c) は、フィルタの変形例 4 を模式的に示す縦断面図であり、図 14 (d) は、その横断面図である。フィルタの一例のフィルタ 100 は、フィルタ 24、二次フィルタ 46 と同一であり、エレメント 24 a と資源収集孔 24 b と貫通孔 24 c とを有する。

[0093] <電磁石>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 i は、資源収集管と保護管 22 とフィルタ 110 とを有する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12 a まで送る。保護管 22 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。フィルタ 110 は、保護管 22 の内部に配置され、海底地層 18 からの土砂を除去する。フィルタ 110 は、エレメント 24 a の内部に磁性体粉末付き珪藻土を保持するように配置された電磁石コイル 112 を備える。本発明の資源収集システムは、電磁石コイル 112 に通電することによって、電磁石コイル 112 による磁性体粉末付き珪藻土の保持力を発生させる。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0094] フィルタ 110 は、フィルタの変形例 1 であり、さらに、資源収集孔 24 b と貫通孔 24 c とを有する。電磁石コイル 112 の長さ及び数は、間のエレメント 24 a の表面から資源を収集できれば、特に制限的ではない。

[0095] <永久磁石>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 j は、資源収集管と保護管 22 とフィルタ 120 とを有する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12 a まで送る。保護管 22 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。フィルタ 120 は、保護管 22 の内部に配置され、海底地層 18 からの土砂を除去する。フィルタ 120 は、永久磁石 122 と減磁手段とを備え、永久磁石 122 は、エレメント 24 a の内部に磁性体粉末付き珪藻土を保持するように配置され、減磁手段は、永久磁石 122 による磁性体粉末付き珪藻土の保持力を弱める。本発明の資源収集システムは、減磁手段を作動させることによって、永久磁石 122 が保持する磁性体粉末付き珪藻土の量を減らす。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくい

いので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0096] フィルタ 1 2 0 は、フィルタの変形例 2 であり、さらに、資源収集孔 2 4 b と貫通孔 2 4 c とを有する。永久磁石 1 2 2 の長さ及び数は、間のエレメント 2 4 a の表面から資源を収集できれば、特に制限的ではない。永久磁石 1 2 2 の種類は、特に制限的ではないが、ネオジム磁石であるのが好ましい。

[0097] <永久磁石及び電磁石>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 2 0 j の減磁手段は、永久磁石 1 2 2 と反対の極がそれぞれ隣接するように永久磁石 1 2 2 の内側又は外側に配置された電磁石コイル 1 2 4 であっても良い。本発明の資源収集システムは、電磁石コイル 1 2 4 に通電することによって、永久磁石 1 2 2 が保持する磁性体粉末付き珪藻土の量を減らしても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0098] 電磁石コイル 1 2 4 の長さ及び数は、間のエレメント 2 4 a の表面から資源を収集できれば、特に制限的ではない。

[0099] 減磁手段 1 3 0 は、操作部 1 3 2 と本体 1 3 4 と永久磁石 1 3 6 とを有する。操作部 1 3 2 を本体 1 3 4 に押し込んでから本体 1 3 4 を対象物 1 3 8 の上に置くと、本体 1 3 4 の内部の永久磁石 1 3 6 と対象物 1 3 8 との間に吸引力が作用し、本体 1 3 4 を持ち上げることによって対象物 1 3 8 を持ち上げることができる。しかしながら、この状態で操作部 1 3 2 を持ち上げると、操作部 1 3 2 が本体 1 3 4 から引き離されると共に永久磁石 1 3 6 が対象物 1 3 8 から引き離されるので、対象物 1 3 8 を本体 1 3 4 から外すことができる。この方法を減磁手段として使用し、永久磁石 1 2 2 の位置を移動させることによって、永久磁石 1 2 2 が保持する磁性体粉末付き珪藻土の量を減らしても良い。

[0100] <金属ワイヤフィルタ、繊維状金属フィルタ>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 2 0 k は、資源収集管

と保護管 22 とフィルタ 140 とを有する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12 a まで送る。保護管 22 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。フィルタ 140 は、保護管 22 の内部に配置され、海底地層 18 からの土砂を除去する。フィルタ 140 は、らせん状金属ワイヤ 142 と支柱 144 とを備え、支柱 144 は、らせん状金属ワイヤ 142 の直線軸方向に伸びかつらせん状金属ワイヤ 142 に固定される。本発明の資源収集システムは、支柱 144 の長手方向の貫通孔 144 a の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流すことによって、らせん状金属ワイヤ 142 の表面での海水の凍結を防止する。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0101] 貫通孔 144 a は、機能上貫通孔 24 c に対応する。フィルタ 140 は、フィルタの変形例 3 であり、さらに、機能上資源収集孔 24 b に対応する資源収集孔 146 を有する。らせん状の貫通孔は、複数の細管にロウを満たし、両端を閉じて周囲に爆薬を詰めて点火し、爆発の衝撃で互いに溶着させる方法で構成することができる。支柱 144 の形状は、らせん状金属ワイヤ 142 を固定できれば、特に制限的ではなく、大きさ及び数は、フィルタ 140 の性能に影響しなければ、特に制限的ではない。資源収集孔 146 の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に資源を収集することができるように最適化されるのが好ましい。貫通孔 144 a の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に加熱することができるように最適化されるのが好ましい。らせん状金属ワイヤ 142、支柱 144 の材料は、特に制限的ではないが、鉄又はステンレス鋼であるのが好ましい。

[0102] 本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 k は、資源収集管と保護管 22 とフィルタ 150 とを有する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12 a まで送る。保護管 22 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。フィルタ 150 は、保護管 22

の内部に配置され、海底地層 18 からの土砂を除去する。フィルタ 150 は、らせん状金属ワイヤ 152 と支柱 154 とを備え、支柱 154 は、らせん状金属ワイヤ 152 の直線軸方向に伸びかつらせん状金属ワイヤ 152 に固定される。本発明の資源収集システムは、らせん状金属ワイヤ 152 のらせん状の貫通孔 152 a の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流すことによって、らせん状金属ワイヤ 152 の表面での海水の凍結を防止する。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0103] 貫通孔 152 a は、機能上貫通孔 24 c に対応する。フィルタ 150 は、フィルタの変形例 4 であり、さらに、機能上資源収集孔 24 b に対応する資源収集孔 156 を有する。らせん状の貫通孔は、複数の細管にロウを満らし、両端を閉じて周囲に爆薬を詰めて点火し、爆発の衝撃で互いに溶着させる方法で構成することができる。支柱 154 の形状は、らせん状金属ワイヤ 152 を固定できれば、特に制限的ではなく、大きさ及び数は、フィルタ 150 の性能に影響しなければ、特に制限的ではない。資源収集孔 156 の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に資源を収集できるように最適化されるのが好ましい。貫通孔 152 a の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に加熱することができるように最適化されるのが好ましい。らせん状金属ワイヤ 152、支柱 154 の材料は、特に制限的ではないが、鉄又はステンレス鋼であるのが好ましい。

[0104] フィルタ 150 は、らせん状金属ワイヤ 152 と支柱 154 の代わりに、綿状に絡み合った繊維状金属を積層して圧縮したものを備えても良い。本発明の資源収集システムは、フィルタの長手方向の貫通孔 24 c の中に高圧熱水又は高圧蒸気を流すことによって、フィルタの表面及び内部での海水の凍結を防止する。繊維状金属フィルタは、さらに、資源収集孔 24 b を有する。繊維状金属は、スチールウール又はステンレスウールであるのが好ましい。資源収集孔 24 b 及び貫通孔 24 c は、繊維状金属を積層する時にフィル

タの長手方向に棒材を挿入し、全体を圧縮後に棒材を引き抜く方法で構成することができる。

[0105] 次に、資源収集装置を構成する循環流発生装置について説明する。図15(a)は、図2の資源収集装置を構成する循環流発生管の機能を模式的に示す部分縦断面図であり、図15(b)及び図15(c)は、循環流発生管の動きを模式的に示す部分縦断面図である。

[0106] <循環流可動管>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置201は、資源収集管と保護管22と循環流発生管162と電力供給装置とを有する。資源収集管は、海底地層18から収集した資源を収集資源貯蔵タンク12aまで送る。保護管22は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。循環流発生管162は、保護管22の内部にU字状に設けられ、海底地層18と保護管22との間に循環流を発生させる。電力供給装置は、循環流発生管162の途中に配置された高周波ヒータ164に電力を供給する。本発明の資源収集システムは、海底地層18から収集される資源の量が減少した時に、循環流発生管162の両端に設けられた可動管166、168の角度を変えることによって、循環流の流路を短縮させると共に、可動管166、168から海底地層18に向かって高圧熱水又は高圧蒸気を噴射させる。本発明の資源収集管は、ガス収集管26とオイル収集管28とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、周辺の海底地層を短時間で加熱できるので、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

[0107] 循環流発生管162及び電力供給装置は、循環流発生装置160を構成する。高圧熱水又は高圧蒸気は、電力供給装置及び高圧ポンプを介して水供給装置12bから供給されるものであり、超臨界水でも良い。海底地層18から収集される資源の量が通常時の可動管166の位置は、上向きの位置aであり、可動管168の位置は、下向きの位置bであり、海底地層18から収集される資源の量が減少した時の可動管166の位置は、下向きの位置cで

あり、可動管 168 の位置は、上向きの位置 d である。循環流発生装置 160 の数は、資源収集装置 201 の内部に収納できれば、特に制限的ではない。可動管 166、168 の形状は、循環流の方向を変更できれば、特に制限的ではない。

[0108] 海底地層 18 と保護管 22 との間に循環流を発生させるために、循環流発生管 162 の途中に配置された蒸気噴射部 170 の下向きの蒸気噴射孔 170a 又は上向きの蒸気噴射孔 170b を通って循環流発生管 162 の中に蒸気を噴射し、その蒸気を高周波ヒータ 164 が更に加熱し、過熱蒸気を生成する。なお、ここで用いる高周波電磁波は、周波数が数百メガヘルツから数十テラヘルツまでのものが好適である。特に、ガスハイドレートの分解に用いる数百～数千メガヘルツの周波数の電磁波と、ガスハイドレートの内部に奥深くまで浸透し、ガスハイドレートの分解促進作用がある数十テラヘルツの周波数の電磁波と、を適宜組み合わせて用いても良い。

[0109] <強制循環>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20m は、資源収集管と保護管 22 と循環流発生管 162 と電力供給装置とを有する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12a まで送る。保護管 22 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。循環流発生管 162 は、保護管 22 の内部に U 字状に設けられ、海底地層 18 と保護管 22 との間に循環流を発生させる。電力供給装置は、循環流発生管 162 の途中に配置された高周波ヒータ 164 に電力を供給する。本発明の資源収集システムは、循環流の流量が減少した時に、らせん状回転翼 172、174 を回転させることによって、循環流発生管 162 の中の土砂を循環流の方向に移動させる。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、周辺の海底地層を短時間で加熱できるので、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

[0110] 循環流の流量が通常時の軸流ポンプのらせん状回転翼 172 の位置は、循環流発生管 162 の外部の位置 g であり、らせん状回転翼 174 の位置は、循環流発生管 162 の外部の位置 h であり、循環流の流量が減少した時の可動管 166 の位置は、水平の位置 e であり、可動管 168 の位置は、水平の位置 f であり、循環流の流量が減少した時の軸流ポンプのらせん状回転翼 172 の位置は、循環流発生管 162 の内部の位置 i であり、らせん状回転翼 174 の位置は、循環流発生管 162 の内部の位置 j である。らせん状回転翼 172、174 は、油圧モータ又はエアモータで駆動される。

[0111] <セメント粒子>

本発明の資源収集システムは、海底地層 18 に対して保護管 22 を軸方向に移動させる前に、循環流発生管 162 の 2 つの開口位置の海底地層 18 の中にセメント粒子を供給しても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、故障しにくいので、長時間連続して安定的に稼働することができる。

[0112] セメント粒子は、セメント粒子供給装置 12h から供給される。

[0113] 次に、資源収集装置を構成する電力供給装置について説明する。図 16 (a) は、図 2 の資源収集装置を構成する電力供給装置の一例を模式的に示す縦断面図であり、図 16 (b) は、電力供給装置の一部の変形例 1 を模式的に示す縦断面図であり、図 16 (c) は、電力供給装置の変形例 2 を模式的に示す縦断面図である。

[0114] <ジェットタービン>

ジェットタービン 180 は、電力供給装置の一例であり、圧縮部 182 と燃焼室 184 とタービン 186 と発電手段 188 とを有する。圧縮部 182 は、取り込んだ空気を圧縮し、燃焼室 184 は、燃焼中の燃料ガスと圧縮空気との混合ガスを収容し、タービン 186 は、燃焼によって膨張したガスが流れる力をブレードが受けて回転し、発電手段 188 は、タービン 186 の回転によって発電する。

[0115] 本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20n は、資源収集管

と保護管 2 2 と循環流発生管 1 6 2 と電力供給装置とを有する。資源収集管は、海底地層 1 8 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 1 2 a まで送る。保護管 2 2 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。循環流発生管 1 6 2 は、保護管 2 2 の内部に U 字状に設けられ、海底地層 1 8 と保護管 2 2 との間に循環流を発生させる。電力供給装置は、循環流発生管 1 6 2 の途中に配置された高周波ヒータ 1 6 4 に電力を供給する。電力供給装置は、ジェットタービン 1 8 0 を備え、ジェットタービン 1 8 0 は、海底地層 1 8 から収集した資源を燃焼室 1 8 4 で燃焼させて発生した燃焼ガスで駆動され、循環流発生管 1 6 2 に高圧熱水又は高圧蒸気を供給する。本発明の資源収集管は、ガス収集管 2 6 とオイル収集管 2 8 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、設置場所が海面上よりも圧倒的に近いので、必要なエネルギーをより効率的に供給することができる。

[0116] 高圧熱水又は高圧蒸気は、超臨界水でも良い。燃料ガスは、ガス収集管 2 6 又はオイル収集管 2 8 を通って燃焼室 1 8 4 に供給され、空気は、空気供給装置 1 2 d から空気供給管 4 2 c を通って圧縮部 1 8 2 に供給され、燃焼後のガスは、排気ガス回収管 4 2 d を通って海面上の大気に排出される。電力供給装置の数は、資源収集装置 2 0 n の内部に収納できれば、特に制限的ではない。

[0117] <水中バーナ>

水中バーナ 1 9 0 は、電力供給装置の一部の変形例 1 であり、ノズル 1 9 2 と燃焼室 1 9 4 と燃焼安定器 1 9 6 と点火装置 1 9 8 とを有する。ノズル 1 9 2 は、燃料ガス及び加圧空気を燃焼室 1 9 4 に接線方向に吹き込み、燃焼室 1 9 4 は、燃焼中の燃料ガスと加圧空気との混合ガスを收容し、燃焼安定器 1 9 6 は、燃焼室 1 9 4 への液の逆流による燃焼の不安定化を防ぎ、点火装置 1 9 8 は、燃料ガスと加圧空気との混合ガスに点火する。混合ガスの燃焼によって膨張したガスが流れる力をブレードが受けてタービンが回転し、タービンの回転によって発電手段が発電する。

[0118] 本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 o は、資源収集管と保護管 22 と循環流発生管 162 と電力供給装置とを有する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12 a まで送る。保護管 22 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。循環流発生管 162 は、保護管 22 の内部に U 字状に設けられ、海底地層 18 と保護管 22 との間に循環流を発生させる。電力供給装置は、循環流発生管 162 の途中に配置された高周波ヒータ 164 に電力を供給する。電力供給装置は、タービンを備え、タービンは、海底地層 18 から収集した資源を水中バーナ 190 で燃焼させて発生した燃焼ガス及び蒸気で駆動され、循環流発生管 162 に高圧熱水又は高圧蒸気を供給する。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、設置場所が海面上よりも圧倒的に近いので、必要なエネルギーをより効率的に供給することができる。

[0119] 高圧熱水又は高圧蒸気は、超臨界水でも良い。燃料ガスは、ガス収集管 26 又はオイル収集管 28 を通って燃焼室 194 に供給され、空気は、空気供給装置 12 d から空気供給管 42 c を通って燃焼室 194 に供給され、燃焼後のガスは、排気ガス回収管 42 d を通って海面上の大気に排出される。

[0120] <燃料電池、熱電変換装置>

燃料電池 200 は、電力供給装置の変形例 2 であり、燃料極 202 と電解質層 204 と空気極 206 とを有する。燃料極 202 に供給された水素は、電解質層 204 と接する面まで入り込んで、電子を遊離して水素イオンとなり、電子は外部に出て行き、電解質層 204 の中を移動した水素イオンは、空気極 206 に供給された酸素と外部から戻ってきた電子と反応して水になる。

[0121] 本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 20 p は、資源収集管と保護管 22 と循環流発生管 162 と電力供給装置とを有する。資源収集管は、海底地層 18 から収集した資源を収集資源貯蔵タンク 12 a まで送る。

保護管 22 は、資源収集管に周設され、資源収集管を保護する。循環流発生管 162 は、保護管 22 の内部に U 字状に設けられ、海底地層 18 と保護管 22 との間に循環流を発生させる。電力供給装置は、循環流発生管 162 の途中に配置された高周波ヒータ 164 に電力を供給する。電力供給装置は、海底地層 18 から収集した資源と高温の蒸気とを反応させて得られた水素を使用して電力を供給する燃料電池 200 である。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、設置場所が海面上よりも圧倒的に近いので、必要なエネルギーをより効率的に供給することができる。

[0122] 水素を得る反応に必要な資源は、ガス収集管 26 又はオイル収集管 28 を通って供給され、高温の蒸気は、ヒータを介して水供給装置 12b から供給され、電力供給反応後に生じる空気及び水は、資源収集装置 20p の中で再利用される。電力供給装置は、燃料電池 200 の代わりに、海底地層 18 の中の熱水鉱床の熱を電力に変換して供給する熱電変換装置であっても良い。熱電変換装置は、ゼーベック効果を利用し、接合点の一方を高熱源、他方を低熱源に接触させて電位差を生じさせて熱エネルギーを電気エネルギーに変換する装置である。熱電変換装置は、先端に備えられた小型の掘削装置を使用して熱水鉱床の近くまで海底地層 18 を掘削して伸びたコイルドチュービング装置 60 の先端付近に備えられても良い。その場合には、高熱源は、海底地層 18 の中の熱水鉱床にし、低熱源は、熱水鉱床から十分離れた海底地層 18 にするのが好ましい。

[0123] 本発明の第 1 の実施形態の資源収集システムは、基本的に以上のように構成される。このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、より効率的に海底地層から資源を収集することができ、また、従来と同等以上に長時間連続して安定的に稼働することができ、必要なエネルギーをより効率的に供給することができ、小型にすることができる。

[0124] 次に、本発明の第 2 の実施形態の資源収集システムを含む全体構成につい

て説明する。図 17 は、本発明の第 2 の実施形態の資源収集システムを含む全体構成を模式的に示すブロック図である。

[0125] 全体構成 210 は、海面上に配置された構造物 12 と、構造物 12 から下方に伸びる接続管 14 と、接続管 14 の下端に備えられた掘削装置 16 と、接続管 14 と掘削装置 16 との間に備えられた資源収集装置 220 と、を有する。資源収集装置 220 は、ガスハイドレート層などを含む海底地層 212 を破碎した時の割れ目 212a を使用して資源を収集する。

[0126] 次に、本発明の第 2 の実施形態の資源収集システムについて、それを構成する資源収集装置を参照して説明する。図 18 (a) は、図 17 の資源収集システムを構成する資源収集装置の機能を模式的に示す縦断面図であり、図 18 (b) は、図 18 (a) の資源収集装置を構成する保護管の底壁及びその周辺の機能を模式的に示す部分縦断面図である。

[0127] 本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 220 は、資源収集管と保護管 222 とフィルタ 24 とゲート管 224 と二次保護管 226 と二次フィルタ 46 と二次ゲート管 228 と循環流発生管 230 と電力供給装置とを有する。本発明の資源収集管は、ガス収集管 26 とオイル収集管 28 とを含む。資源収集装置 220 は、資源収集装置 20d などの保護管 22、ゲート管 34 に対する保護管 222、ゲート管 224 の形状が異なる点、フィルタ 24 及び二次フィルタ 46 の長手方向の段数が異なる点、及び資源収集装置 20d などの二次保護管 44、二次ゲート管 48、循環流発生管 162 に対する二次保護管 226、二次ゲート管 228、循環流発生管 230 の軸方向の長さが異なる点以外は同一の構成を有するものであるので、同一の構成要素及び段数又は長さのみが異なる構成要素の説明を省略する。

[0128] <半球状底壁>

本発明の資源収集システムを構成する資源収集装置 220 の保護管 222 は、側壁の一端から伸びる半球状の底壁 222a 及び底壁 222a を貫通する複数の底壁孔 222b を備えても良い。

このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、より近くの

海底地層から資源を収集できるので、より効率的に海底地層から資源を収集することができる。

[0129] 本発明の資源収集システムは、海底地層 18 から資源を収集する時に複数の底壁孔 222b を開き、それ以外の時に複数の底壁孔 222b を閉じる。保護管 222 の側壁は、軸方向の長さのみが側壁 22a と異なる。保護管 222 は、さらに、複数の側壁孔 22b と保護管 222 の側壁の軸方向の貫通孔とを備える。保護管 222 の複数の側壁孔 22b は、軸方向の段数のみが保護管 22 と異なりかつ保護管 222 の側壁を貫通する。保護管 222 の貫通孔は、軸方向の長さのみが貫通孔 22c と異なりかつ底壁 222a の貫通孔 222c に接続される。貫通孔 222c の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に加熱することができるように最適化されるのが好ましい。

[0130] 資源収集装置 220 のゲート管 224 は、側壁の一端から伸びる半球状の底壁 224c 及び底壁 224c を貫通する複数の底壁孔 224d を備える。本発明の資源収集システムは、海底地層 18 から資源を収集する時に複数の底壁孔 224d を開き、それ以外の時に複数の底壁孔 224d を閉じる。ゲート管 224 の側壁は、軸方向の長さのみが側壁 34c と異なる。ゲート管 224 は、さらに、複数の側壁孔 34d とゲート管 224 の側壁の軸方向の貫通孔とを備える。ゲート管 224 の複数の側壁孔 34d は、軸方向の段数のみがゲート管 34 と異なりかつゲート管 224 の側壁を貫通する。ゲート管 224 の貫通孔は、軸方向の長さのみが貫通孔 34e と異なりかつ底壁 224c の貫通孔 224e に接続される。貫通孔 224e の形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に加熱することができるように最適化されるのが好ましい。

[0131] ゲート管 224 の内、保護管 222 の外側に配置されたものは、外側ゲート管 224a であり、保護管 222 とフィルタ 24 との間に配置されたものは、内側ゲート管 224b であり、それぞれが底壁 224c、底壁 224c を貫通する複数の底壁孔 224d、及び底壁 224c の軸方向の貫通孔 22

4 eを備える。底壁孔224 dの大きさが、保護管222の底壁孔222 bとほぼ同一であり、ゲート管224の円周方向の底壁孔224 dの長さが、円周方向のピッチの半分未満である場合には、油圧モータ又はエアモータを使用してゲート管224を底壁孔224 dの長さ分回転させることによって、保護管222の底壁孔222 bを塞ぐことができる。底壁孔222 b、底壁孔224 dの形状、大きさ及び数は、特に制限的ではないが、最も効率的に資源を収集することができるように最適化されるのが好ましい。

[0132] 本発明の第2の実施形態の資源収集システムは、基本的に以上のように構成される。このような構成とすることで、本発明の資源収集システムは、より効率的に海底地層から資源を収集することができ、また、従来と同等以上に長時間連続して安定的に稼働することができ、必要なエネルギーをより効率的に供給することができ、小型にすることができる。

[0133] 以上、本発明の資源収集システムについて詳細に説明したが、本発明は上記記載に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良や変更をしても良いのはもちろんである。

産業上の利用可能性

[0134] 本発明の資源収集システムは、より効率的に海底地層から資源を収集することができるという効果に加え、従来と同等以上に長時間連続して安定的に稼働することができ、必要なエネルギーをより効率的に供給することができ、小型にすることができるという効果もあるので、産業上有用である。

符号の説明

- [0135] 10、210 全体構成
12 構造物
12a 収集資源貯蔵タンク
12b 水供給装置
12c 燃料ガス供給装置
12d 空気供給装置
12e 発泡材原液供給装置

- 1 2 f 導電粒子供給装置
- 1 2 g 破碎粒子供給装置
- 1 2 h セメント粒子供給装置
- 1 4 接続管
- 1 6 掘削装置
- 1 8、2 1 2 海底地層
- 1 8 a、2 1 2 a 割れ目
- 2 0 a～2 0 p、2 2 0 資源収集装置
- 2 2、2 2 2 保護管
- 2 2 a、3 4 c 側壁
- 2 2 b、3 4 d 側壁孔
- 2 2 c、2 4 c、3 4 e、1 4 4 a、1 5 2 a、2 2 2 c、2 2 4 e 貫
通孔
- 2 4、1 0 0、1 1 0、1 2 0、1 4 0、1 5 0 フィルタ
- 2 4 a エレメント
- 2 4 b、1 4 6、1 5 6 資源収集孔
- 2 6、2 6 a、2 6 b ガス収集管
- 2 8、2 8 a、2 8 b オイル収集管
- 3 0 ガス貯留室
- 3 2 オイル貯留室
- 3 4、2 2 4 ゲート管
- 3 4 a、2 2 4 a 外側ゲート管
- 3 4 b、2 2 4 b 内側ゲート管
- 3 6 貯蔵タンク
- 3 8 a、3 8 b、3 8 c、3 8 d 上側配管
- 4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d 下側配管
- 4 2 中央配管
- 4 2 a 冷却水供給管

- 4 2 b 冷却水回収管
- 4 2 c 空気供給管
- 4 2 d 排気ガス回収管
- 4 2 e 配管類収納管
- 4 2 f 配線類収納管
- 4 4、2 2 6 二次保護管
- 4 4 a、4 8 c 二次側壁
- 4 4 b、4 8 d 二次側壁孔
- 4 4 c、4 6 c、4 8 e 二次貫通孔
- 4 6 二次フィルタ
- 4 6 a 二次エレメント
- 4 6 b 二次資源収集孔
- 4 8、2 2 8 二次ゲート管
- 4 8 a 二次外側ゲート管
- 4 8 b 二次内側ゲート管
- 5 0、5 0 a、5 0 b 二次ガス収集管
- 5 2、5 2 a、5 2 b 二次オイル収集管
- 5 4 二次ガス貯留室
- 5 6 二次オイル貯留室
- 5 8 a フィルタ固定板
- 5 8 b 中央案内板
- 5 8 c 外側案内板
- 5 8 d 内側案内板
- 6 0 コイルドチュービング装置
- 6 2 リール
- 6 4 繰り出し装置
- 6 6 a 燃料ガス
- 6 6 b 空気

- 6 6 c 発泡材
- 6 6 d 導電粒子
- 6 8 a 燃料ガス供給管
- 6 8 b 空気供給管
- 6 8 c 発泡材原液供給管
- 6 8 d 導電粒子供給管
- 6 8 e 高圧水供給管
- 6 8 f 高圧空気供給管
- 6 8 g 点火配線
- 7 0 チューブ外壁
- 7 2 開口
- 7 4 混合室
- 8 0 破碎粒子
- 8 2 セメント粒子
- 8 4 遅効性発熱体
- 8 6 膨張体
- 8 8 速効性発熱体
- 9 0 土砂排出装置
- 1 1 2、1 2 4 電磁石コイル
- 1 2 2 永久磁石
- 1 3 0 減磁手段
- 1 3 2 操作部
- 1 3 4 本体
- 1 3 6 永久磁石
- 1 3 8 対象物
- 1 4 2、1 5 2 らせん状金属ワイヤ
- 1 4 4、1 5 4 支柱
- 1 6 0 循環流発生装置

- 162、230 循環流発生管
- 164 高周波ヒータ
- 166、168 可動管
- 170 蒸気噴射部
- 170 a、170 b 蒸気噴射孔
- 172、174 らせん状回転翼
- 180 ジェットタービン
- 182 圧縮部
- 184、194 燃焼室
- 186 タービン
- 188 発電手段
- 190 水中バーナ
- 192 ノズル
- 196 燃焼安定器
- 198 点火装置
- 200 燃料電池
- 202 燃料極
- 204 電解質層
- 206 空気極
- 222 a、224 c 底壁
- 222 b、224 d 底壁孔