

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-502322

(P2014-502322A)

(43) 公表日 平成26年1月30日 (2014.1.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>E 2 1 B 43/00 (2006.01)</b>	E 2 1 B 43/00	A
<b>E 2 1 B 43/16 (2006.01)</b>	E 2 1 B 43/16	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-542319 (P2013-542319) (86) (22) 出願日 平成23年12月9日 (2011.12.9) (85) 翻訳文提出日 平成25年8月7日 (2013.8.7) (86) 国際出願番号 PCT/CA2011/001344 (87) 国際公開番号 W02012/075569 (87) 国際公開日 平成24年6月14日 (2012.6.14) (31) 優先権主張番号 61/421, 266 (32) 優先日 平成22年12月9日 (2010.12.9) (33) 優先権主張国 米国 (US)	(71) 出願人 513145885 エムジーエム エナジー コーポ. カナダ国、ティー2ピー 3エヌ9 アル バータ、カルガリー、4100、350ー 7ス アヴェニュー エス. ダブリュ. (74) 代理人 100104411 弁理士 矢口 太郎 (72) 発明者 ブニオ、ゲーリー カナダ国、ティー3エイチ 2エックス2 アルバータ、カルガリー、444 シエ ラ モレナ プレイス エスダブリュ (72) 発明者 ゲイツ、イアン、ドナルド カナダ国、ティー3ジー 4エヌ7 アル バータ、カルガリー、90 アーバー レ イク ドライブ エヌダブリュ 最終頁に続く
---	--

(54) 【発明の名称】 ハイドレートからメタンガスを回収する in S i t u の方法

## (57) 【要約】

【解決手段】 本発明は、ハイドレート貯留層からメタンの回収を可能とする方法から成る。本発明は、特に、ハイドレート分解を起こさせて上方の傾斜生産井へのガス産出を促進および制御するため、高塩分水を下方の水平坑井に圧入してハイドレート貯留層に圧入するものである塩水ハイドレート抽出プロセス (S H E P) に関するものである。

【選択図】 図 4

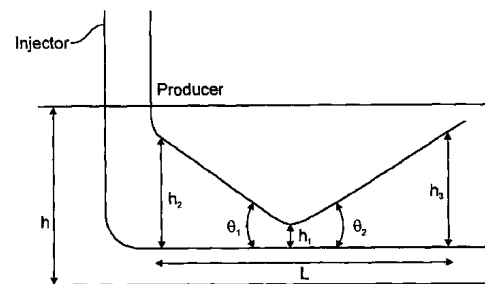


FIG. 4

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

圧入井および生産井が貫通した地下のハイドレート貯留層からメタンガスを回収する方法であって、

a) 前記ハイドレート貯留層の底部に近接するまで塩水圧入井を掘削する工程と、

b) 実質的に非平行な生産井を掘削する工程であって、その生産井の長さに沿うある位置において、当該生産井は前記圧入井の一部から 1 ~ 10 m 以内である、前記掘削する工程と、

c) 前記生産井に塩水を最初に圧入する工程であって、これにより前記圧入井と前記生産井との間に空乏チャンバー (depletion chamber) を生成するものである、前記圧入する工程と、

d) ハイドレート分解により生じるハイドレート層における空乏チャンバーを拡大するために、前記塩水の圧入方法を変化させる工程であって、例えば望ましくは圧入圧、圧入率、温度、または塩分のうちの少なくとも 1 つを変化させるものである、前記変化させる工程と、

e) 前記生産井を通じて前記空乏チャンバーからガスおよび水を抽出する工程とを有する方法。

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の方法において、この方法は、さらに、

前記空乏チャンバーの拡大およびガスの抽出を向上させるために、前記圧入圧および温度を監視および変化させる工程を有するものである方法。

**【請求項 3】**

請求項 1 記載の方法において、この方法は、さらに、

前記空乏チャンバーの前記圧および温度を変化させて当該空乏チャンバーの拡大およびガスの抽出を行うために、抽出率を監視および変更する工程を有するものである方法。

**【請求項 4】**

請求項 1 記載の方法において、この方法は、さらに、

前記空乏チャンバーの拡大およびガスの抽出を向上させるために、圧入水の塩分濃度を監視および変更する工程を有するものである方法。

**【請求項 5】**

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の方法において、圧入が停止した状態で、且つガスが前記貯留層から継続的に抽出される場合、追加の工程が実施されるものである方法。

**【請求項 6】**

地下のハイドレート層からメタンガスを回収する方法であって、

少なくとも一対の概して非平行な坑井である下方の圧入井と上方の生産井とを構築する工程を有し、

前記圧入井は前記層に塩水を供給し、且つ前記生産井は前記層からガスおよび水を回収するものである方法。

**【請求項 7】**

請求項 6 記載の方法において、空乏チャンバーは前記一対の坑井の働きの結果として形成され、当該空乏チャンバーは前記坑井の間の最小距離の地点から始まるものである方法。

**【請求項 8】**

請求項 6 または 7 記載の方法において、前記圧入井は前記ハイドレート層の低部に近接して水平に延伸し、且つ前記生産井は前記圧入井より上に延伸するものであり、前記圧入井と前記生産井との間の垂直距離は、1 ~ 10 メートルの最小距離から前記ハイドレート層の厚さの最大距離までの間で変化するものである方法。

**【請求項 9】**

請求項 8 記載の方法において、前記生産井のかかと部は前記ハイドレート層の最上部に近接して位置し、且つ前記生産井のつま先部は前記圧入井のつま先部より 1 ~ 10 メー

10

20

30

40

50

ル上に位置するものであり、前記生産井はそのかかと部とそのつま先部との間で前記圧入井に対して角度をなして延伸するものである方法。

【請求項 10】

請求項 8 記載の方法において、前記生産井のかかと部は前記圧入井のかかと部より 1 ~ 10 メートル上に位置し、且つそのつま先部は前記ハイドレート層の最上部に近接して、前記圧入井のつま先部より上方に位置するものであり、前記生産井はそのかかと部とそのつま先部との間で前記圧入井に対して角度をなして延伸するものである方法。

【請求項 11】

請求項 8 記載の方法において、前記生産井のかかと部は、1 メートルから最高で前記ハイドレート層の最上部までの間の距離で前記圧入井のかかと部の上に位置するものであり、且つ前記生産井のつま先部は、1 メートルから最高で前記ハイドレート層の最上部までの間の選択された距離で前記圧入井のつま先部の上に位置するものであり、前記生産井は、そのかかと部とそのつま先部との間で実質的に前記圧入井と非平行に延伸するものであり、前記生産井のかかと部とつま先部との間の少なくとも 1 つの中間部分は、前記圧入井から 1 ~ 10 メートルの距離に位置するものである方法。

【請求項 12】

請求項 11 記載の方法において、前記生産井と前記圧入井との間の角度は、前記坑井の先端部と前記坑井のつま先部との間で変化し、中間地点の前までは所定の角度をなし、当該中間地点を越えてからは別の角度をなすものである方法。

【請求項 13】

請求項 6 ~ 12 のいずれか 1 つに記載の方法において、加熱された塩水が前記圧入井に圧入されるものであり、且つ産出されるガスおよび水は前記生産井から回収されるものである方法。

【請求項 14】

請求項 13 記載の方法において、前記方法の 1 つの工程において、前記生産井の排出口は閉鎖されて前記圧入井のみが運用可能であり、別の工程において、前記圧入井の注入口は閉鎖されて前記生産井のみが運用可能である方法。

【請求項 15】

ハイドレート層からメタンガスを抽出する方法であって、

2 つの概して非平行な坑井である下方の圧入井と上方の生産井とを掘削する工程と、  
空乏チャンバーを生成するため、前記下方の坑井に加熱された塩水を圧入する工程と、  
気相および水相の分離を待つ工程と、  
埋蔵層から前記気相および水相を抽出する工程と、  
前記水相から前記気相を分離する工程と、  
前記水相を再利用してさらに圧入に使用する工程と  
を有する方法。

【請求項 16】

請求項 15 記載の方法において、前記下方の坑井は前記ハイドレート層の底部で実質的に水平に延伸し、且つ前記上方の坑井は前記下方の坑井に角度をなして延伸するものであり、垂直距離は 1 メートルから最高で前記ハイドレート層の最上部までの距離で変化し、このような方法で前記空乏チャンバーの任意の場所からガスを抽出することが可能である方法。

【請求項 17】

ハイドレート層からメタンガスを抽出するシステムであって、

圧入井と、生産井と、水圧入ユニットと、ガス回収ユニットとを有し、

前記圧入井は、前記ハイドレート層の底部に向かって圧入地点から垂直に延伸し、且つその後前記ハイドレート層の底部に沿って水平に延伸するものであり、

前記生産井は、地面から前記ハイドレート層の最上部に垂直に延伸し、且つその後前記圧入井より上で非平行な方向で延伸するものであり、

前記生産井の少なくとも一部は前記圧入井に近接して位置し、且つ前記生産井の残りの

10

20

30

40

50

部分は前記ハイドレート層において前記圧入井から離れて位置するものであり、

前記水圧入ユニットは前記圧入井に取り付けられ、前記ガス回収ユニットは前記生産井に取り付けられるものであるシステム。

【請求項 18】

請求項 1 ~ 17 のいずれか 1 つに記載のシステムまたは方法において、さらに、前記生産井に可動式パッカーを有するものであるシステムまたは方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はハイドレート貯留層からのガス回収の分野に関するものである。特に本方法は、水平平行坑井および非平行坑井および前記坑井の 1 つへの塩水の圧入を含む。

10

【背景技術】

【0002】

ガスハイドレートは、氷の分子格子に封入されている分子メタン ( $\text{CH}_4$ ) を含む氷の結晶の形態である。メタンハイドレートは、標準状態でハイドレートの立方フィートごとに最大 160 立方フィートのガスを含む可能性がある。

【0003】

ハイドレートは加熱および減圧によりメタンガスおよび水を不安定化させることはよく知られている。ハイドレート相と平衡状態にある水の塩分の増加がまたハイドレートを不安定化することはあまり知られていない。図 1 は、圧力、温度、および塩分のメタンハイドレートエンベロップへの影響を示す。プロットは温度がより高いほど、圧力がより低いほど、塩分がより高いほど、ハイドレートの不安定化の可能性が高いことを示す。ハイドレートからのメタン産出のために提案される方法の大部分は、貯留層の加熱または減圧を用いる。しかしながら、これらは大量のエネルギーを消費する作業となる。所定の圧力および温度で、選択肢はハイドレートと平衡状態にある水相の塩分を上げることである。

20

【0004】

ハイドレート抽出のための現在の方法は、水を圧入するためおよびガス産出のため垂直井の掘削する工程、水、温水および / または塩水を坑井へ圧入する工程を有し、ガスの放出の後、生産井からのガスの検索、および当技術分野で周知の方法によるその回収である。

30

【0005】

当技術分野で周知の圧入井および生産井のいくつかの配置がある。Matsuo による米国特許第 6,817,427 号明細書には圧入パイプの周辺部を包囲する抽出パイプの記述がある。Bacui による WO 2007/117167 には、お互いに垂直および平行である坑井の記述がある。Ayoub による米国特許第 7,165,621 号明細書には、垂直圧入井、さらには水平抽出井の記述がある。しかしながら、この特許はそのような配置の効果を議論していない。

【0006】

すべてのこれらの配置は、1 つ共通する欠陥を有する。すなわち、坑井の場所が埋蔵層からメタンの最適な抽出を提供しないということである。これらの配置は、坑井に近接した地下の割れ目およびポケットにたまるガスに対処するものではない。これらの配置は、埋蔵層の全ての層厚を通してガスの抽出に対処するものではない。ほぼ継続的に埋蔵層からメタンを回収するためにさらなる坑井を掘削する必要がある。この方法は施設の建設費および運用コストを増大させる。

40

【0007】

したがって、ハイドレート層から回収の全プロセスを通してガスを効率的に抽出する方法が必要である。

【0008】

最小限要求される掘削でガスを抽出する方法が必要である。

【0009】

50

各々のハイドレート層からハイドレートの回収を最大にするために空乏チャンバー (depletion chamber) の増大を促進するガス抽出のプロセスが必要である。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0010】

ハイドレート層における水の塩分濃度を上昇させることが可能な新規の回収方法が開示されている。坑井の配置は、前記ハイドレート層において空乏チャンバーの増大を促進するように設計されている。圧入水の塩分の必要条件は、前記層において前記ハイドレートと平衡状態となる水の塩分濃度に依存する。水中塩分が海水の塩分濃度より低い場合、海水はハイドレートを分解するのに用いることが可能である。あるいは、他の層、例えば、より深い層からの高塩分水を用いることが可能である。

10

【0011】

新規の in Situ の貯留層回収方法は、図2で示すようにガスをハイドレート貯留層から抽出するための水平な圧入井と傾斜掘りした生産井とから成る。前記圧入井はハイドレート帯の底近くに配置される。前記坑井のつま先部の坑井間の距離間隔は約5～10mである。この坑井の配置は、前記層内での空乏チャンバーの増大を促進および制御する。図6は、新規の方法の展開した様子を図示する。

【0012】

高塩分水は、下方の坑井のつま先部に圧入されて前記層に圧入される。前記水の塩分濃度が増加している状態のため、一定の圧力および温度下において、ハイドレート相は分解されて水およびメタンが生成され、空乏地帯が形成される。水が貯留層の底部のより近所に留まるのに対し、ガスは前記空乏チャンバーは分離して最上部に留まる。その後、これらの流体は上方の生産井を用い前記空乏チャンバーから産出される。ガスは前記空乏チャンバーの上端に形成されるフリーガスカップから産出されることも可能であり、またはガス-水接地点の下から産出される水に混入されているかもしれない。

20

【0013】

ハイドレート分解から生じた淡水を生産井に移すのに十分な速度で高塩分水を圧入する。このように、空乏地帯の底部の水帯は圧入された高塩分水でほとんど充填され、空乏地帯の端部でハイドレート分解が継続的に行われる。ガスは、前記空乏チャンバーの底部での高塩分水の接触領域が最大になるように前記層でのガス量を制御する速度で空乏領域の最上部で産出される。生産井率はまた、前記一对の坑井に沿った前記空乏チャンバーの増大の制御を果たす。ガスは常に前記空乏チャンバーの最上部まで上昇し、ガス-水分離は重力安定性あるので、ガスの継続的な産出を可能にするためには、前記上方の生産井は前記ハイドレート貯留層の層厚を横断する必要がある。前記上方の生産井が水平である場合、ガスカップが前記坑井の高さより上の位置に存在することにより、水のみが前記層から産出されるという可能性があった。ハイドレート分解は、ハイドレート貯留層の前記空乏チャンバーの端部の温度を低下させる。この温度低下は、塩水圧入によるハイドレート分解を妨げる。

30

【0014】

本発明の1実施形態では、圧入井および生産井が貫通された地下のハイドレート貯留層からメタンガスを回収する方法が提供される。その方法は、

40

a) 前記ハイドレート貯留層の底に近接するまで塩水圧入井を掘削する工程と、

b) 前記生産井を前記圧入井に対して実質的に非並行に、かつ前記生産井の長さにあたるある位置において前記圧入井の一部から1～10m以内に位置するように掘削する工程と、

c) 最初に前記生産井に塩水を圧入する工程であって、これにより前記圧入井と前記生産井との間に空乏チャンバーが形成されるものである、前記圧入する工程と、

d) ハイドレート層にハイドレート分解により生じる空乏チャンバーを拡大するために、前記塩水の圧入方法を変化させる工程であって、例えば望ましくは圧入圧、圧入率、温

50

度、または塩分のうちの少なくとも1つを変化させる工程と、

e) 前記生産井を通しての前記空乏チャンバーからのガスおよび水を抽出する工程とを有する。

【0015】

好ましくは、この方法はさらに、前記空乏チャンバーの拡大およびガスの抽出を向上させるために、前記圧入圧および温度を監視および変化させる工程を有する。前記方法はまた、前記空乏チャンバーの前記圧力および温度を変化させて、当該空乏チャンバーの拡大およびガスの抽出を行うために抽出率を監視および変化させる工程を有する。更に望ましくは、前記方法は、前記空乏チャンバーの拡大およびガスの抽出を向上させるために前記圧入水の塩分濃度を監視および変更する工程を有する。また、圧入が停止した状態でガスが貯留層から継続的に抽出される場合、追加の工程有することがあり得る。

10

【0016】

本発明の別の態様では、地下のハイドレート層からメタンガスを回収する方法が提供される。前記方法は、少なくとも一対の非平行な坑井である下方の圧入井と上方の生産井とを構築する工程を必要とする。前記圧入井は前記層に塩水を供給し、前記生産井は前記層からガスおよび水を回収する。この配置では、空乏チャンバーは前記一対の坑井の動作の結果として形成され、当該空乏チャンバーは前記坑井間が最小距離の地点から始まる。

【0017】

好ましい実施形態において、前記圧入井は前記ハイドレート層の低部と近接して水平に延伸し、前記生産井は前記圧入井より上に延伸する。前記圧入井と前記生産井との間の垂直距離は、1～10メートルの最小距離から前記ハイドレート層の層厚の最大距離の間で変化する。

20

【0018】

好ましい1実施形態において、前記生産井のかかと部は前記ハイドレート層の最上部に近接して位置し、当該生産井のつま先部は前記圧入井のつま先部より1～10メートル上に位置する。前記生産井は、そのかかと部とそのつま先部との間で前記圧入井に対してある角度をなして延伸する。

【0019】

第2の好ましい実施形態において、前記生産井のかかと部は、前記圧入井のかかと部の上1～10メートルに位置し、当該生産井のつま先部はハイドレート層の最上部に近接して前記圧入井のつま先部より上に位置する。前記生産井は、そのかかと部とそのつま先部との間で前記圧入井に対してある角度をなして延伸する。

30

【0020】

さらに別の実施形態において、前記生産井のかかと部は、前記圧入井のかかと部の上1メートルから前記ハイドレート層の最上部までの間の距離に位置しており、前記生産井のつま先部は、前記圧入井のつま先部の上1メートルから前記ハイドレート層の最上部までの間の選択された距離に位置する。前記生産井は、そのかかと部とそのつま先部との間で実質的に前記圧入井と非平行に延伸する。さらに、前記生産井のかかと部とつま先部との間の少なくとも1つの中間部分は、前記圧入井から1～10メートルの距離に位置する。好ましくは、前記生産井と前記圧入井との間の角度は、前記坑井の先端部と前記坑井のつま先部との間で変化し、中間地点の前まではある角度をなし、当該中間地点を越えてからは別の角度をなすものである。

40

【0021】

本発明のさらに別の態様では、上述の方法はまた、加熱した塩水を前記圧入井に圧入して、前記産出されるガスおよび水を前記生産井から回収する工程を有する。

【0022】

望ましくは、上述の方法のうちの1つの工程において、前記生産井の排出口は閉鎖されて前記圧入井のみが運用可能であり、さらに別の工程において、前記圧入井の注入口は閉鎖されて前記生産井のみが運用可能である。

【0023】

50

本発明のさらに別の態様では、ハイドレート層からメタンガスを抽出する方法が提供される。この方法は、

- a) 2つの非平行な坑井である下方の圧入井と上方の生産井とを掘削する工程と、
- b) 空乏チャンバーを生成するため、前記下方の坑井に加熱した塩水を圧入する工程と、
- c) 気相および水相に分離されるのを待つ工程と、
- d) 埋蔵層から前記気相および水相を抽出する工程と、
- e) 前記水相から前記気相を分離する工程と、
- f) 前記水相を再利用して圧入に使用する工程とを有する。

【0024】

好ましくは、この方法は、前記ハイドレート層の底部で実質的に水平に延伸する前記下方の坑井と、前記下方の坑井にある角度をなして延伸する前記上方の坑井とを有する。前記坑井間の垂直距離は1メートルから前記ハイドレート層の最上部までの距離で変化するものであり、このような方法で、ガスは前記空乏チャンバーの任意の場所から抽出されることが可能である。

【0025】

本発明の別の態様では、ハイドレート層からメタンガスを抽出するシステムを提供するものであり、そのシステムは、圧入井と、生産井と、水圧入ユニットと、ガス回収ユニットとを有する。前記圧入井は前記ハイドレート層の底部に向かって圧入地点から垂直に延伸し、その後前記ハイドレート層の底部に沿って水平に延伸する。前記生産井は地面から前記ハイドレート層の最上部まで垂直に延伸し、その後前記圧入井より上で非平行な方向で延伸する。さらに、前記生産井の少なくとも一部分は前記圧入井に近接して配置され、前記生産井の残りの部分は前記ハイドレート層で前記圧入井から離れて配置されている。最後に、前記水圧入ユニットは前記圧入井に取り付けられ、前記ガス回収ユニットは前記生産井に取り付けられる。

【0026】

好ましくは、上述のシステムまたは方法において、さらに、可動式パッカーを前記生産井に有する。

【0027】

本明細書において記述される方法はまた、ハイドレートを分解するのに必要とされる温度を相殺するのに必要とされる温度に対応するために貯留層温度より約+5℃以上まで加熱した塩水を圧入することが可能である。

【0028】

坑井の配置の1つの長所は、追加の外れた生産井が、現存の一对の坑井のかかと部およびつま先部、および前記既存の一对の前記下方の圧入井を越えて掘削が可能であり、かつ新規の生産井を供給するのに使用可能である場合、ハイドレートの広領域産出を促進することである。

【0029】

この優れた配置の別の長所は、薄いハイドレート層および厚いハイドレート層の両方に対応することである。

【0030】

本方法の別の長所は、高塩分圧入水を前記ハイドレートのさらなる分解を促進するために加熱することが可能なことである。

【0031】

本方法の別の長所は、当該方法を周期的に運用することが可能なことである。この方法では、前記生産井が閉鎖された状態で前記層に前記高塩分水が圧入される。高塩分水の目的圧力または量が圧入された後、前記圧入井は閉鎖され、前記生産井が開かれる。前記高塩分水を加える産出の作用は、ハイドレートの分解と、ハイドレート分解およびガス産出を向上させる一時的圧力とを含む複数の効果を生む。

【0032】

他の１つの長所は、産出ガスは産出された流体の流れから容易に分離されることである。また、産出された水は有する塩分が圧入水より少ないため、後で廃棄が容易にできる。

【００３３】

他の１つの長所は、空乏チャンバーにおける二酸化炭素の溶解トラップ ( s o l u b i l i t y t r a p p i n g ) のため、二酸化炭素を水と共に同時圧入することも可能なことである。

【００３４】

この坑井の配置の他の１つの長所は、前記一対の坑井に沿った空乏の増大を制御するため、可動式パッカーまたは間隔制御弁を前記坑井の一方または両方で用いることが可能なことである。

【００３５】

さらなる長所は、提供された図面、実施例、および請求項から明らかである。

【図面の簡単な説明】

【００３６】

【図１】図１の表は、ハイドレート抽出における温度、圧力、および塩分の影響を図示する。

【図２】図２は、本発明の第１の実施形態の配置の側面概略図を図示する。

【図３】図３は、本発明の第２の実施形態の配置の側面概略図を図示する。

【図４】図４は、本発明の第３の実施形態の配置の側面概略図を図示する。

【図５】図５は、本発明の第４の実施形態の配置の側面概略図を図示する。

【図６ - ９】図６ - ９は、空乏チャンバーの増大の側面概略図を図示する。

【図１０】図１０は、塩水圧入率に対し予測されるガス産出率を図示する。

【図１１】図１１は、ＣＭＧ - ＳＴＡＲＳシミュレーションにおける坑井の配置を図示する。

【図１２】図１２は、ＣＭＧ - ＳＴＡＲＳシミュレーションの結果を図示する。

【図１３】図１３は、淡水圧入と比較した温塩水圧入を用い抽出した総ガス量を図示する。

【発明を実施するための形態】

【００３７】

当技術分野で周知のプロセスの欠陥のいくつかは、本発明において対処される。

【００３８】

第１に、このプロセスは、結果的に地下の割れ目にガスの損失をもたらす埋蔵層の割裂および表面に浸出しているポケットの割裂の危険性を除外する。

【００３９】

第２に、ハイドレート回収プロセスは、ハイドレートを分解するだけでなく、生産されたガスを生産井に送達する手段も提供する必要がある。これは、前記回収プロセスが貯留層の中で前記ガスを分離する必要があるため、前記貯留層の前記ガスと前記生産井との間の直接の流体接続部を提供する必要があることを意味する。前記生産井が前記貯留層の全層およびかなりの設置面積領域に及ぶため、本プロセスはこれを保証する。垂直井を用いるプロセスは、広大な設置面積領域および水平坑井の高度までのみに接続する水平坑井を用いるプロセスを有しない（前記水平坑井上に位置するガスポケットは表面に決して生産されることが不可能である）。

【００４０】

さらに、ハイドレート回収プロセスは、継続的に前記貯留層に分解「作用因子」（熱、塩水、減圧）を供給する手段を提供する必要がある。本プロセスは、温塩水を循環させることでチャンバーを増大させることによりこれを行う。このように、塩および熱が継続的に補充され、分解が原因で、希釈された塩水は継続的に空乏チャンバーから除去され、圧入した前記温塩水と置換される。割裂底部の回収プロセスでは、割裂が生じた後、分解作用因子が割裂に継続的に供給されない限り、前記空乏チャンバーは増大しない。

【００４１】

10

20

30

40

50



図を参照して、上方の傾斜生産井へのハイドレート分解によるガス産出を促進し、制御するために、下方の水平坑井に、そしてハイドレート貯留層に、高塩分水を圧入する塩水ハイドレート抽出プロセス (SHEP) の解説がなされる。概して、本発明は、前記ハイドレート貯留層から結果的に有意に改善されたメタンガス産出をもたらす新規の坑井の配置および新規の圧入戦略から成る。

#### 【0042】

ハイドレートは、*in situ*の最初の貯留層温度および圧力において固形物である。高温または減圧で、ハイドレートは分解し、液体の水およびメタンガスを産出する。また、高塩分状態で、ハイドレートは分解し、液体の水およびメタンガスを産出する。ハイドレート回収プロセスの成功の第1の必要条件是、以下の状態のうち、1若しくはそれ以上貯留層に存在する必要があるということである。第1に、熱水または水蒸気のような熱い圧入物質の形態であることが可能な加熱。第2に、貯留層から流体を除去することにより行うことが可能である減圧。第3に、例えば、ハイドレート貯留層に高塩分水を圧入することまたは当技術分野で周知の任意の方法により認識することが可能である塩分濃度の増加。

10

#### 【0043】

ハイドレート回収プロセスの成功の第2の必要条件是、ハイドレート分解により発生するガスを地表に運ぶため、生産井に供給する必要があるということである。前記ハイドレートが分解する時、液体と水は重力の働きの下で分離し、ガスは空乏チャンバーの最上部まで上昇するのに対して、液体は前記空乏チャンバーの底へ降下する。ガスを生産するために、それが水帯に存在する場合、前記生産井はガス帯と接触したままである必要があり、さもなければその後、水のみが貯留層から産出される。このように、ハイドレート回収プロセスの成功の坑井の配置は、熱または塩水の圧入、またはより低圧への流体の除去、またはそれらすべての組合せをさせ、さらに生産井へガスの移動をさせる必要がある。

20

#### 【0044】

ここに、記述される方法は、ハイドレートを分解する時必要とされる溶解の熱を埋め合わせするために温めた塩水圧入を用いる可能性がある。空乏チャンバーがハイドレート貯留層で増大するため、それは圧入水およびハイドレート分解した水およびハイドレート生成したガスを分離する天然の手段を提供し、その手段とは、重力の働きの下で、蒸気と液体との間の密度対比により相を分離させるものである。継続的にガスを貯留層から作り出すために、それはまた、圧入した塩水が新たなハイドレートに接近するのを確実にするため、前記空乏チャンバーを拡大することが要求される。

30

#### 【0045】

本発明の別の重要な部分は、坑井の方向、埋蔵層の坑井の位置、およびお互いのそれらの相対的な位置である。少なくとも1つの圧入井および少なくとも1つの生産井がある。生産井は、ハイドレートから放出されるガスを回収するために圧入井より上に位置する。前記生産井はまたチャンバーから水を除去するために用いられる。かかと部からつま先部までの生産地帯 (坑井の足部位) において、坑井が互いに実質的に非平行または少なくとも坑井の部分のいくつかに沿って非平行であるが、前記坑井は地表から前記坑井のかかと部までの部分 (坑井の脚部位) において平行である可能性がある。前記坑井は、埋蔵層の特定限界について対処するために、直線、角度のある線、および可変的な角度を持つ線で掘削される可能性がある。その生産地帯 (坑井の足部位) における圧入井が実質的に水平に延伸し、埋蔵層の底に向かい位置するが、生産井は、その生産地帯において前記圧入井に対し角度を持ち、この角度は前記生産井の拡張に従い数倍異なる可能性がある。

40

#### 【0046】

本発明に従い、図2および7で示すように、水平圧入井5は、陸地1および表土2の表面を貫通し、ハイドレート貯留層3に掘削される。貯留層は、表土2の底および基盤岩4の最上部により境界される。地熱勾配を与えられる基盤岩4は、水の豊富な地帯から成る。前記貯留層3より上は、頁岩、岩、砂層、および帯水層のような他の層の任意の1若しくはそれ以上から成る表土2である。そのつま先部が生産井5のつま先部との垂直整列に

50

において1～数メートル上に配置されるよう掘削した傾斜掘り坑井はまた、前記貯留層3に掘削される。本発明では、図8で示すように、塩水を前記ハイドレート貯蔵層3へ圧入井5を通して圧入し、前記圧入井5から前記圧入井5を囲む空乏チャンバー7へ流す。前記貯留層3に温塩水を圧入することにより、塩水および熱を前記貯留層3に伝え、最終的に空乏チャンバー7の端に至り、前記貯留層3において最初のハイドレートに接触する。塩水は、固体ハイドレートを分解し、液体水およびメタンガスの産出の原因となる。ガスは上昇し、前記空乏チャンバーの上部を図5の8で示すように満たすが、水は重力を受け流れ、前記空乏チャンバーの下部を図5の9で示すように満たす。生産井6の撤退率を、前記空乏チャンバーから地表1へ液体の水およびガス両方を除去するために制御する。この率はハイドレート分解で発生する水により圧入された塩水の過度の希釈を妨げる値に設定される。また、圧入された塩水が増大する空乏チャンバーの最上部に接触することが可能なように、前記空乏チャンバーにおける生産率を、図5の8で示す蒸気相体積が小さいまたはほぼ0となるように、調整する必要がある。図9は、空乏チャンバー9の拡大の後、その生産の後半段階におけるプロセスの概略図を示す。前記空乏チャンバーの増大の工程は、図6に図示される。

10

20

30

40

50

#### 【0047】

図2において最も良く図示される本発明の第1の実施形態において、それがハイドレート貯留層の層厚全体に広がり、さらにそのつま先部は圧入井のつま先部に近接するように、傾斜掘りされる生産井6の軌道は選択される。坑井の寸法は、埋蔵層の地質条件、前記埋蔵層のサイズ、深さ、その他に依存する。一般的な寸法は下記の通りである。 $h_1$ は前記圧入井のつま先部と生産井のつま先部との間の鉛直変位である。距離 $h_1$ は、0.5～10m、望ましくは1～5mである。項目 $h_2$ は、当技術分野で周知の方法で測定することが可能な（貯留層の底から圧入井の補正值を差し引いた）ハイドレート貯留層の層厚である。圧入井はかかと部からつま先部まで実質的に水平に延伸し、その距離（ $L$ ）は50～1500m、望ましくは100～1000mである。 $\theta$ は、前記生産井と前記圧入井の間の角度である。この角度は、0.5～45°、望ましくは1～10°である。項目 $h$ は前記ハイドレート貯留層の層厚である。この層厚は非常に多様性がある可能性があり、通常20～200mで延伸する。

#### 【0048】

図3に図示される本発明の第2の実施形態において、生産井は、ハイドレート層の地質条件に対処するために、異なる方向性を有する。そこで、圧入井と前記生産井との間の最小の距離 $h_1$ は、両坑井のかかと部であり、2つとの間の距離は前記両坑井のつま先部 $h_2$ に向かい増加する。 $h_2$ は貯留層の層厚とほぼ等しいが、「 $h_1$ 」は0.5～10m、望ましくは1～5mである。角度 $\theta$ は、再び0.5～45°、望ましくは1～10°である。

#### 【0049】

本技術の1つの目的は、坑井間の距離（ $h_1$ ）が比較的短く（1～10m、望ましくは1～5m）、その後坑井の軌線に沿う坑井に沿った地点から始まる空乏チャンバーを増大させることであるため、好ましい実施形態において、坑井の形状にはいくつかの実行可能な選択肢がある。さらに、注記しておかなくてはならないことは、一対の坑井軌道が垂直平面にある必要がないことである。それは横方向に（水平方向で）互いから分岐することが可能であり、従って貯留層において横方向に延伸する空乏チャンバーを形成する。

#### 【0050】

本発明のさらに別の実施形態において、空乏チャンバーの起点となる一対の坑井に沿った地点は、図3で示すようにかかと部または坑井の図1で示すようなつま先部である必要はないが、例えば図4および図5で示されるように、それは一対の坑井に沿った任意の点にある可能性がある。これらの図は、非平行および部分的に平行である一対の坑井の形状のさらなる実施形態を図示するものである。距離 $h$ 、 $h_1$ 、 $h_2$ は上述の第1の実施形態と同じ範囲にあり、傾斜度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は $\theta$ の値と同じ範囲にあるが、 $h_3$ の範囲は $h_2$ と類似する。図5における $L_1$ の水平部分は、20～1200m、望ましくは20～100

mである。

【0051】

本発明のさらに別の実施形態において、チューピングストリングは、坑井（図4の第3の実施形態の坑井）のつま先部で終わる生産井に設置される可能性がある。このチューピングの配置は、同時にかかと部および前記つま先部から流体を除去することが可能であり、従って潜在的にプロセスをより効率的にする（1つよりも2つの除去ポイント）。チャンパーは、 $(h_1)$ の位置（図4を参照）から、一对の坑井に沿って両方向で外側へ増大する。コイル状のチューピングストリングは、標準的な坑井技術である。さらに、可動式パッカーは、チャンパーの増大を導くために前記生産井に設置することが可能である。

【0052】

図7において、800mの長的一对の坑井の塩水およびメタンガスの典型的な圧入および生産プロファイルを示す。これらのプロファイルは、ハイドレート層および分解対圧力の熱力学、温度、および塩分が考慮される業務用の熱貯留層シミュレーターCMG-STARを用いてシミュレーションされた。図11は、前記シミュレーションに用いた坑井の配置を示す。底部の坑井が圧入井であるのに対し、最上部の坑井は生産井である。

【0053】

プロセスの初期は、坑井との間で加熱を促進するために熱水を圧入井5および生産井6において循環させる可能性がある。最も近い坑井間の間隔は坑井のつま先部であり、よって、坑井のつま先部の領域が坑井との間で最も温められる。この加熱は、そこで空乏チャンパーの起点を開始する坑井のつま先部との間で、ハイドレートの分解を引き起こす。前記空乏チャンパーが形成されると、塩水が前記圧入井5に圧入され、前記空乏チャンパーを満たす。一旦塩水と接触すると、チャンパーの端でハイドレートは分解し、図8で示すように前記チャンパーの体積を拡大させる。

【0054】

ハイドレートを溶解させるために必要な熱を埋め合わせするために、圧入された塩水はチャンパー温度より数度上、望ましくは+5 またはそれ以下で加熱される可能性がある。塩水の圧入率および水の生産率は、生産井6に気体運動を刺激し、空乏チャンパーの最上部でほとんどまたは全くガスがないように維持すべく、高く維持する。しかしながら、圧力は最初の貯留層圧以下で前記空乏チャンパーで維持される。これは、ハイドレート分解がハイドレート貯留層で圧力の増加により阻害されないことを保証するものである。最初の貯留層圧の圧力より低い圧力で前記空乏チャンパーを運用することで前記ハイドレート分解を促進し、システムのガス生成率が向上する。

【0055】

プロセスが展開し、チャンパーはハイドレート貯留層の最上部に達し、その後圧入井/生産井の対から外側へ横方向に広がる。前記プロセスは、前記ハイドレート貯留層において目標とした空乏チャンパー増大計画を達成するために調整される現場において、いくつかの対の前記圧入井および前記生産井で運用することが可能である。

【0056】

ハイドレートの分解が最大となるように、圧入する塩水および産出する水の量および圧入圧が選択される。

【0057】

チャンパー7が増大し、図9で示されるように、より冷えた状態の表土と比較し、加熱した水蒸気チャンパー7がより広範囲の露出領域を持つため、表土2への熱損失は増加する。しかしながら、薄いガスブランケット8は、生産井6の穿孔より上に、空乏チャンパー7の最上部で維持される。このガスブランケットは、熱水帯を冷えた表土から隔離し、それ故にプロセスの熱効率を上昇させる。

【0058】

図12は、CMG-STAR Sを用いて作成したシミュレーションの結果を表す。コンピューターモデリンググループ社（CMG社）により提供されたソフトウェアSTAR S = 熱の貯留層シミュレーター。この第三者プログラムは、油およびガス（従来型および非

10

20

30

40

50

従来型)貯留層回収プロセスの熱および反応シミュレーションのための業界標準である。したがって、前記シミュレーションの結果は、実際のプロセスの現実的な予測として考えることが可能である。図12は、プロセスを時間0から10年目まで展開する場合の通し時間のハイドレート濃度、 $\text{gmole/m}^3$ 、の11年間の時系列を示す。空乏した地帯は、塩水圧入が持続的となるような、坑井間の距離間隔が最も小さい場所で始まり、その後一対の坑井に沿って増大する。空乏チャンパーは、生産井に沿って、それより上に増大する。

#### 【0059】

図13は、(最初の貯留層温度より5℃上の)温塩水圧入下でのガス産出と、(最初の貯留層温度より5℃上の)温淡水の圧入での結果との比較を示す。結果は、温塩水圧入による生産率が温淡水によるそれより大幅に高いことを示す。(メタン燃焼により)水を加熱するためのコストを考えると、圧入する塩水の加熱は、可能な限り少なく保つ必要がある。

10

#### 【0060】

ガス回収施設の運用中に、貯留層で形成されるいくつかの地帯がある。ハイドレート貯留層の底で、つくられる「移行」地帯があり、それは水、ハイドレート、および沈殿物を含む。圧入井は前記ハイドレート貯留層の底に位置する可能性があり、また最終的に、それは移行地帯に設置されることが可能である。

#### 【0061】

水の圧入率は、プロセスの段階に依存し、回収プロセスの間に貯蔵層のサイズおよび状態を変化させる。(温塩水の)圧入率の場合、運用の範囲は $1 \sim 2000 \text{ m}^3/\text{日}$ であるが、それはまた貯留層の「圧入性」(圧入率貯留層が順応する)により制御される。圧入圧は、前記貯留層の割裂圧より下である必要がある。それがまだガスの経済的生産を生み出す間、好ましい範囲は可能な限り低い。

20

#### 【0062】

圧入された塩水の温度は、生産されたハイドレートを溶解する熱を埋め合わせするのに十分である必要がある。このように、塩水の温度は、経済的にプロセスを効率的にするために可能な限り低くしなければならないが、プロセスを効果的にするために溶解の熱を埋め合わせするのに十分高い必要がある。水の温度の運用範囲は、ハイドレート貯留層の最初の温度より $1 \sim 20^\circ\text{C}$ 上である。しかしながら特殊な場合においては、その温度は、ハイドレート貯留層の最初の温度より $40^\circ\text{C}$ 上と同じ程度高い可能性がある。

30

#### 【0063】

圧入圧は、運用の様々な段階の間、変更する可能性がある。貯留層の割裂圧より下の圧力は通常の運用の期間は好まれるが、初期状態では、プロセスを開始することが可能となるように、この圧力は最初のハイドレート貯留層圧より高くなる可能性がある。空乏チャンパーが形成されるとすぐに、その後減圧によりハイドレートからのガス回収を増加させるために、圧入圧を貯留層の最初の圧力より下に下げることが可能である。

#### 【0064】

圧力の時系列は、以下の通りである。

#### 【0065】

プロセスの開始時(最初の $1 \sim 12$ ヵ月)

最初の貯留層圧<圧入圧<割裂圧

空乏チャンパーを形成した後( $3 \sim 24$ ヵ月)、圧入圧は最初の貯留層圧の上または下である可能性があるが、最適状態は以下の通りである。

40

#### 【0066】

圧入圧<最初の貯留層圧

上記で提供した運用のタイミングはおおまかなもので、貯留層の特定の性質に依存するが、それらのタイミングは合理的なものである。

#### 【0067】

さらに他の好ましい実施形態において、ガス抽出方法は、周期的方法で運用されること

50

が可能である。この方法では、生産井を閉鎖し、高塩分水を層に圧入する。高塩分水の目標圧または体積を達成した後、圧入井は閉鎖され、前記生産井が開けられる。生産の変化に従う高塩分水の作用は、ハイドレートの分解、さらにはハイドレート分解およびガス産出を向上させる一時的な圧力を含む複数の影響の原因となる。

【0068】

本発明の方法は貯留層の深さに依存しないが、深さは塩水圧入のための圧力に影響を及ぼす。また、ハイドレート層の最初の圧力および温度は、必要とされる塩の量および圧入された塩水の加熱の量に影響する。上述の方法は、ハイドレート貯留層の状態に合わせる必要がある。

【0069】

本発明のプロセスでは、ハイドレート層の割裂はない。前記プロセスは、層を割裂（ひびを入れ壊す）させるのに十分な圧力で、流体の貯留層への圧入を必要としない。割裂は、ハイドレート回収プロセスにとり潜在的に不都合なものである。層を割裂することにより、高い透過性経路が層において形成され、それが生産井に接続していない場合、分解したハイドレートから水を吸い取る地層、水喰土に生じたガスは潜在的に漏出する。例えば、垂直割裂が起こる場合、その後ハイドレートから作られるガスは潜在的に割裂にそり上昇し表土に（生産井を越えて行き）流出する。

【0070】

本発明の方法は非常に順応性があり、陸上および沖合両方において応用されることが可能である。

【0071】

（我々が文献の検索から言うことが可能なものが提供する）先行技術を超えた鍵となる発明は、2若しくはそれ以上の坑井（少なくとも1つの圧入井および1つの生産井）の使用であり、それらとの間で空乏チャンバーが始まり、その後塩水圧入、温度、および圧力制御を用いてハイドレート層の範囲内でそれを増大させる。本発明の重要な特徴は、発生するガスおよび水の重力分離と共に継続的な空乏チャンバーの増大を可能にする坑井の使用である。この機能を用い、生産井は継続的に前記空乏チャンバーから発生ガスを産出することが可能である（ガスが上昇し、液体が流れ出るため、坑井に前記空乏チャンバーの最上部のガスへ継続的な接触を提供させる必要があることを意味する）。

【0072】

別の鍵となる点は、坑井の配置が希釈された塩水（希釈は分解したハイドレートから得られる淡水により生じる）を除去する方法を提供すべきであるということである。

【0073】

本発明のプロセスでは、塩水は継続的に一定またはパルス様式で圧入されることが可能である。

【0074】

本発明のシステムは、以下の方針（寸法および角度）を有する。

【0075】

a) 一对の坑井（一对の坑井は一つの圧入井および一つの実施形態を指す）の長さLは、1～数千メートルであることが可能である。一对の坑井の好ましい長さは、貯留層の層厚および圧入井から層へ水を圧入するのに必要な圧入圧により設定され、好ましい値は500～1000mである。

【0076】

b) 生産井の傾斜度はまた、貯留層の層厚および一对の坑井の長さにより設定される。広域、広範囲に及ぶ空乏チャンバーとなるよう促すため、（水平位置に対して）角度を浅くする必要があるが、必要な場合はそれは同様に急勾配である可能性がある。角度値の範囲は（水平位置から）0.5から70°までであるが、好ましい値は（水平位置から）2～5°である。

【0077】

c) 最小の坑井間の間隔（圧入井と生産井との間の最小の距離）は5m以下である必要

10

20

30

40

50

がある。これは、坑井との間のコミュニケーションを可能な限り早く確立させることが可能であることを保証するためである。プロセスの初期で、熱水が各々の坑井で循環する（これは、坑井が形成のラインヒーターとして働くことを意味する）。坑井間の間隔が最小の位置で、加熱でハイドレートが分解し、そこで最初に坑井との間で水圧コミュニケーションが行われる（これが前記圧入井と前記生産井との間の最初の空乏チャンバーを作り出す）。水圧コミュニケーションが形成されると（水圧コミュニケーションを形成することに費やされるこの期間は初動期間と呼ばれる）その後、圧入井は温塩水圧入に切り替わり、前記生産井は生産に変換する。その後、チャンバーは一对の坑井軌道に沿って、それとの間で増大する。これは、唯一の必要条件が、坑井が、それらの軌道に沿ったいくつかの間隔で、水圧コミュニケーションを行うため互いに十分に近い必要があるということの意味する。最小限の坑井間の間隔の位置以上に、坑井軌道は、前記空乏チャンバーを増大させるために、垂直方向および水平方向両方に分岐することが可能である。最小限の坑井間の間隔で生じる坑井の間隔は、1～50 mまでの範囲の長さの圧入井と生産井との間の水平方向断面である可能性がある。好ましい長さは、1～10 mの範囲である。

10

**【0078】**

d) 初動期間の別の態様は、圧入井と生産井との間で最初のチャンバーを形成するのを促進するメタノールの使用である。

**【0079】**

e) 最大の坑井間の間隔（圧入井と生産井との間の最大の距離）は、ハイドレート層の層厚および空乏チャンバーの望ましい水平範囲により設定される可能性が最も高い。

20

**【0080】**

f) 複数の坑井の対がハイドレート層に設置される貯留層では、一对の坑井間の間隔は、層における空乏チャンバーの予想された幅により設定される（それは、平面に対する垂直の浸透性比率、 $k_v/k_h$ 、および前記ハイドレート層の層厚、および圧入井および生産井の平面軌道により設定される）。重力分離がプロセスの主要な駆動機構であるとする、 $k_v/k_h$ 、比を提供することが合理的であり（ $>0.2$ ）、坑井の軌道により水平の増大を強制しない限り、前記空乏チャンバーは主に垂直方向に増大する。これは、坑井対間の間隔が20～300 mであり、好ましい値の範囲は50～100 mまでである可能性があることを意味する。

**【0081】**

30

一对の坑井の運用戦略は、圧入される塩水の流量、塩含有量、および温度、および生産井の流量、により制御される。空乏チャンバーの圧力は、圧入する流体の量に対する貯留層から除去する流体の流量率に依存する（ガスおよび水の生産率）。前記貯留層に圧入される塩水の温度は、それが分解する場合、ハイドレート溶解の熱を埋め合わせすることであり、従って、前記塩水は地表からハイドレート帯へポンプで圧入されるため、陸地に対する熱損失の量および（層の最初の圧力および温度が既知なので、ハイドレート層のガス含有量が推定することが可能であるため、ガス産出率により測定することが可能である）溶解熱に対処するための熱量より少なくとも大きい必要がある。圧入水の塩分は、ハイドレート層の最初の塩分（および圧力、および温度）により設定され、それはハイドレートを分解するのに十分である必要がある。塩水圧入剤は、海水、淡水と混合した海水、塩帯水層水、淡水と混合した塩帯水層水、地表で淡水に添加した塩、および当技術分野で周知の塩水の他の生産物から得ることが可能である。

40

**【0082】**

別の制御可能な態様は、圧入井においてハイドレートの形成を阻害するため層に圧入する塩水を温めることである。前記圧入井の任意の場所の圧力が平衡状態図（図1を参照）のハイドレート層側の方に押し出せれる場合、これは生じる可能性がある。

**【0083】**

制御戦略の別の態様は、圧入井および生産井のどちらか一方または両方の可動式パッカーの使用である。これは温塩水を圧入し、流体を貯留層から産出する坑井の間隔を促進させ、貯留層の空乏チャンバー増大を制御するのを助ける。

50

## 【 0 0 8 4 】

温塩水を得るために必要とされる燃料源のいくつかは、分解されたハイドレート由来の産出したメタンのごく一部、現場作業に搬入したディーゼルまたは他の液体燃料、流体の地熱暖房である。

## 【 0 0 8 5 】

圧入井および生産井の直径が本技術の重要な部分でないことは注目に値する。さらに、傾斜井の掘削は当技術分野で周知のプロセスである。

## 【 0 0 8 6 】

監視する工程には、両坑井に沿った温度および圧力センサーを含む標準的な方法を用いることが可能である。生産された水の塩分はまた、圧入水の塩分を調整するのに用いられる。別の監視した変数は圧入水に対する産出されたガスの比率である。

10

## 【 0 0 8 7 】

標準的な表面油およびガス装置が生産された流体のため用いられる。

## 【 0 0 8 8 】

上述の方法の別の態様は、現場の下で坑井の配置を拡大することである（空乏チャンバーを形成するため最初の一对の坑井を用い、その後、その地点から一对の坑井から埋め合わせを生じさせるものを単に配置し、層に温塩水を圧入するために一对の圧入井を用いる）。圧入された塩水の温度は、貯留層においてより長い距離を移動することに関連した熱損失を埋め合わせする必要がある。

## 【 0 0 8 9 】

20

プロセスの終わり頃に、空乏チャンバーはハイドレート帯の最上部に到達し、層に水平方向に広がる。圧入された温塩水の多くが単に圧入井から生産井へ移動するため、ガスの生産量は低く、前記プロセスは中断される。生産されたガスの収益は、塩水を温め、層にポンプ圧入するコストより大きくなければならない。

## 【 0 0 9 0 】

ハイドレート回収プロセスは、貯留層の中の広大な適合地帯が経済的であることを可能にする方法を提供する必要がある。言い換えれば、分解した地帯（我々はそれを空乏チャンバーと呼ぶ）は、高回収率とすべく大きいものである必要がある。チャンバーのこの垂直方向および領面積を大きく増大させることが、本明細書において提案する坑井の配置の主な目的である。多くの坑井の配置は、このことをプロセスの主な目的として有さず、それどころかむしろ、チャンバーは坑井において特定の場所のままである。一对の坑井の軌道に沿って前記空乏チャンバーを増大させるため、我々のプロセスは制御された方法でハイドレート貯留層における適合地帯を増大させる自然でかつ効率的な方法を提供するのである。

30

## 【 0 0 9 1 】

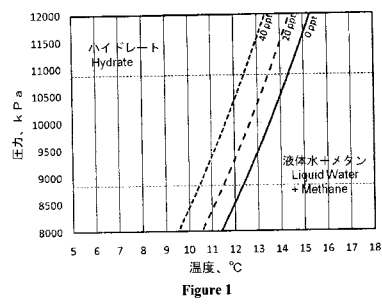
本発明の好ましい実施形態が示され記述されるが、その修正は本発明の範囲または教授を逸脱しない範囲で当業者によりなされることが可能である。本明細書において記述される実施形態は、典型的なもののみであり、限定されるものではない。システムの多くの変更および修正は可能であり、発明の範囲内である。前記システムおよび方法が本明細書において議論される利点を保持する限り、さらなる実施例のために、様々な部分の相対的な寸法、様々な部分が作られる材料、および運用の設定値は多様であることが可能である。

40

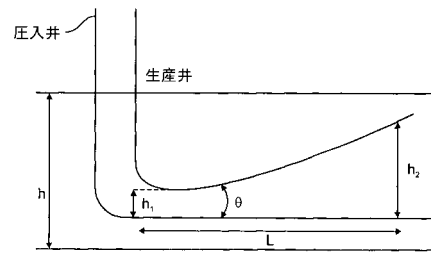
## 【 0 0 9 2 】

したがって、保護の範囲は本明細書において記述される実施形態に限定されるものではなく、あとに続く請求項により限定されるのみであり、その範囲は請求項の内容の全ての同等のものを含む。

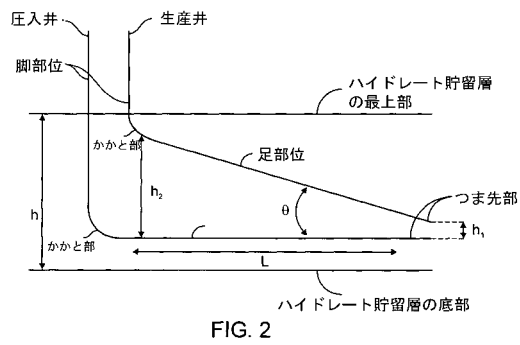
【図 1】



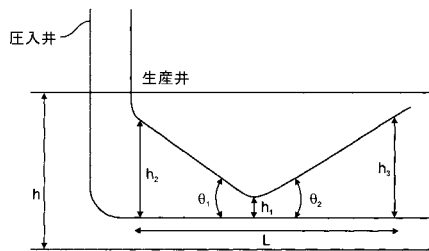
【図 3】



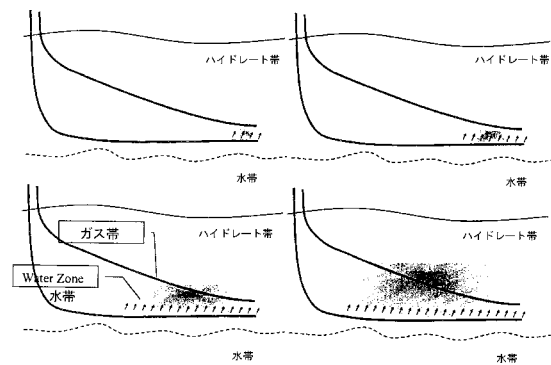
【図 2】



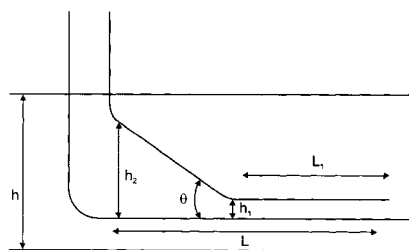
【図 4】



【図 6】



【図 5】





【図 7】

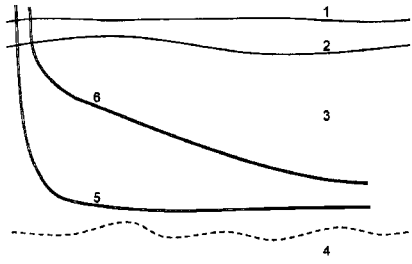


Figure 7

【図 8】

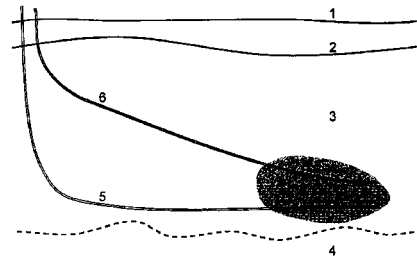


Figure 8

【図 9】

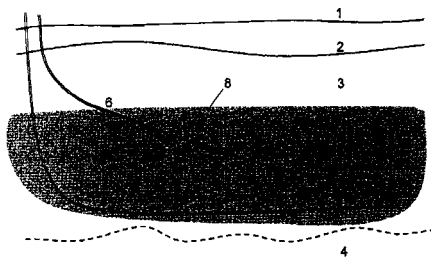


Figure 9

【図 10】

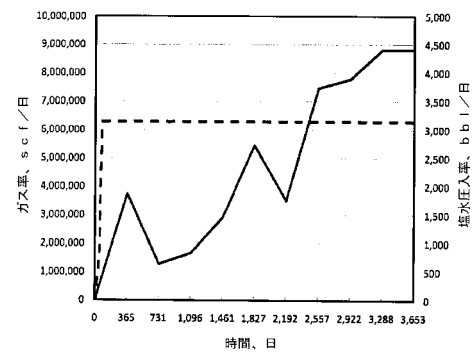


Figure 10

【図 1 1】

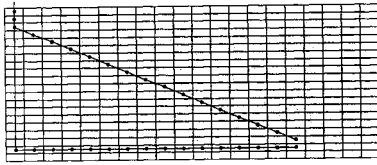


Figure 11

【図 1 2】

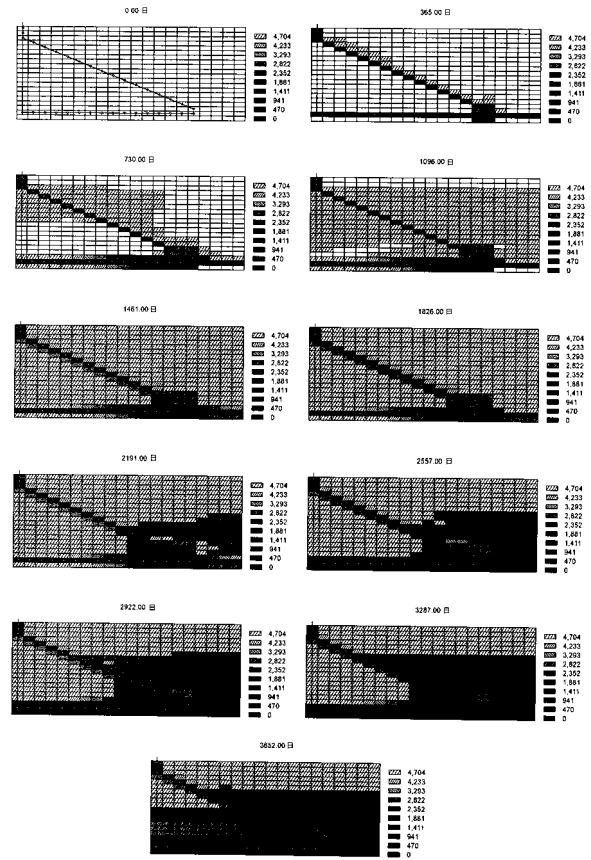


FIG. 12

【図 1 3】

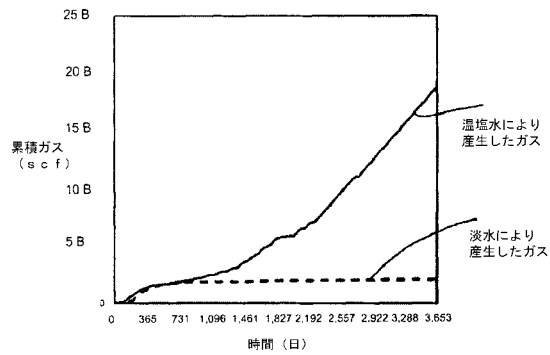


Figure 13

## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. PCT/CA2011/001344
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC: <i>E21B 43/30</i> (2006.01) , <i>E21B 43/20</i> (2006.01) , <i>E21B 43/40</i> (2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: <i>E21B 43/30</i> (2006.01) , <i>E21B 43/20</i> (2006.01) , <i>E21B 43/40</i> (2006.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used) Epoque (Epodoc, Full Text) & Canadian Patent Database (Intellect) Keywords: methane, hydrocarbon*, sal*, hydrate*, water, well*, inject*, recov*, extract*, gas, etc.		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4,376,462 A (ELLIOTT, G.R.B. et al.) 15 March 1983 (15-03-1983) *Whole document*	1-18
A	US 4,424,866 A (McGUIRE, P.L.) 10 January 1984 (10-01-1984) *Whole document*	1-18
A	US 2003/0178195 A1 (AGEE, M.A. et al.) 25 September 2003 (25-09-2003) *Whole document*	
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 13 March 2012 (13-03-2012)		Date of mailing of the international search report 22 March 2012 (22-03-2012)
Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 001-819-953-2476		Authorized officer Stephane Ouellette (819) 934-0089

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/CA2011/001344**

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US4376462A	15 March 1983 (15-03-1983)	CA1170168A1 GB2093503A GB2093503B JP57172094A JP1044878B JP1560686C NO820457A US4424858A	03 July 1984 (03-07-1984) 02 September 1982 (02-09-1982) 23 January 1985 (23-01-1985) 22 October 1982 (22-10-1982) 29 September 1989 (29-09-1989) 31 May 1990 (31-05-1990) 20 August 1982 (20-08-1982) 10 January 1984 (10-01-1984)
US4424866A	10 January 1984 (10-01-1984)	CA1187275A1	21 May 1985 (21-05-1985)
US2003178195A1	25 September 2003 (25-09-2003)	None	

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

(72)発明者 ウォン、ジャッキー

カナダ国、ティー 3 エイチ 5 ビー 8 アルバータ、カルガリー、191 スプリングブラフ ハイツ エスダブリュ