

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5612040号
(P5612040)

(45) 発行日 平成26年10月22日 (2014. 10. 22)

(24) 登録日 平成26年9月12日 (2014. 9. 12)

| | |
|-------------------------|---------------|
| (51) Int. Cl. | F I |
| GO 1 N 1/22 (2006. 01) | GO 1 N 1/22 A |
| GO 1 N 21/39 (2006. 01) | GO 1 N 21/39 |
| GO 1 N 21/61 (2006. 01) | GO 1 N 21/61 |

請求項の数 9 (全 12 頁)

| | | | |
|--------------|------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2012-184558 (P2012-184558) | (73) 特許権者 | 506081530 |
| (22) 出願日 | 平成24年8月23日 (2012. 8. 23) | | コリア インスティテュート オブ ジオサイエンス アンド ミネラル リソースズ |
| (65) 公開番号 | 特開2014-2128 (P2014-2128A) | | 大韓民国 デジョン 305-350 ユソング グァハンノ 124 |
| (43) 公開日 | 平成26年1月9日 (2014. 1. 9) | | |
| 審査請求日 | 平成24年8月23日 (2012. 8. 23) | (74) 代理人 | 100147485 |
| (31) 優先権主張番号 | 10-2012-0063846 | | 弁理士 杉村 憲司 |
| (32) 優先日 | 平成24年6月14日 (2012. 6. 14) | (74) 代理人 | 100147692 |
| (33) 優先権主張国 | 韓国 (KR) | | 弁理士 下地 健一 |
| | | (74) 代理人 | 100134577 |
| | | | 弁理士 石川 雅章 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 同位元素分析機を用いたリアルタイム非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

地表面に立てられる固定部材と、前記固定部材に高さ別に固定される複数の気体流入口と、前記気体流入口と連通する複数の気体移送部材と、前記気体移送部材を通じて移送された気体の同位元素を分析する同位元素分析機を含む分析部材と、前記気体移送部材及び前記分析部材と連結され、前記複数の気体移送部材のうちの1つの気体移送部材を選択し、選択された気体移送部材を通じて移送された気体を前記分析部材に供給するチャンネルと、前記チャンネルと前記分析部材を連結させる連結部材を含む地表大気分析装置と、
前記同位元素分析機から出力される同位元素の成分を転送する地表大気用通信装置と、
前記地表面の下の非飽和帯に埋設され、筒形状を有するチャンパーと、前記チャンパーの側面に形成される気体流入口と、前記チャンパーの上部に貫通形成され、前記チャンパー内の気体に含まれた二酸化炭素の濃度を測定する非飽和帯二酸化炭素濃度測定センサーを含む非飽和帯二酸化炭素濃度感知装置と、
前記非飽和帯二酸化炭素濃度測定センサーから出力される二酸化炭素の濃度を転送する非飽和帯用通信装置と、
前記地表大気用通信装置から転送される同位元素の成分、及び前記非飽和帯用通信装置から転送される二酸化炭素の濃度を出力するモニタリングサーバと、
を含むことを特徴とする、非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム。

【請求項 2】

前記気体は、二酸化炭素 (CO₂)、メタン (CH₄)、水蒸気 (H₂O)、硫化ガス

(SO_x)、及び硫化水素(H_2S)のうちの少なくとも1種であることを特徴とする、請求項1に記載の非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム。

【請求項3】

前記同位元素分析機は、リアルタイム同位元素分析が可能なWS-CRDS(Wavelength-Scanned Cavity Ring down Spectroscopy)方式またはICOS(Integrated Cavity output Spectroscopy)方式のうちから選択されたいずれか1つであることを特徴とする、請求項1に記載の非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム。

【請求項4】

前記分析部材は、前記チャンネルを介して供給される地表大気の気体に含まれた二酸化炭素の濃度を測定する地表大気二酸化炭素濃度測定センサーをさらに含むことを特徴とする、請求項1に記載の非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム。

10

【請求項5】

前記地表大気及び非飽和帯二酸化炭素濃度測定センサーは、非分散赤外線(Non Dispersive Infra-Red; NDIR)センサーであることを特徴とする、請求項1または4に記載の非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム。

【請求項6】

前記非飽和帯二酸化炭素濃度測定センサーは、前記分析部材と連結されることを特徴とする、請求項5に記載の非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム。

【請求項7】

前記モニタリングサーバは、各々の前記地表大気及び非飽和帯二酸化炭素濃度測定センサーから転送される測定二酸化炭素の濃度と基準二酸化炭素濃度とを比較して、前記測定二酸化炭素濃度が前記基準二酸化炭素濃度より一定値以上大きかったり、特定数値または特定比率以上の場合、異常信号を発生させることを特徴とする、請求項4に記載の非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム。

20

【請求項8】

前記モニタリングサーバは、前記異常信号にตอบสนองして警報を出力する警報装置をさらに含むことを特徴とする、請求項7に記載の非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム。

【請求項9】

前記非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステムは、二酸化炭素が地中貯蔵される敷地に用いられることを特徴とする、請求項1に記載の非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングに関し、より詳しくは、同位元素分析機を用いたリアルタイム非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム及びモニタリング方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、全世界的に温室ガスによる地球温暖化問題が深刻に台頭している。しかしながら、化石燃料を基盤とする現在の産業構造によって、地球温暖化を起こす温室ガスの主犯である二酸化炭素(CO_2)が多量排出されている。したがって、地球温暖化を防止するためには産業体などから排出される二酸化炭素が処理されなければならない。

40

【0003】

最近、主要温室ガス縮小手段の1つとしてCCS(Carbon Capture & Storage)が現在の化石燃料基盤の経済を維持しながらも温室ガスを縮小できる現実的な代案技術として世界各国の注目を浴びている。CCSの貯蔵分野である地中貯蔵技術は、産業体などから排出する二酸化炭素を捕集して地下800m以上に半永久的に貯蔵する技術である。

【0004】

50

地中貯蔵技術を具現するためには適切な敷地選定と共に、漏れ危険を最小化することが重要であり、二酸化炭素の注入後にはさまざまな理由により地表に漏れることがある二酸化炭素が漏れるか否かをモニタリングすることが非常に重要である。これは、二酸化炭素が地表に漏れる場合、人命事故の発生や自然環境のために、地上設備の安定性を確保できなくなるためである。

【 0 0 0 5 】

現在、適用可能な二酸化炭素モニタリング技術には、弾性波探査、電気探査、重力探査、注入地層内の温度及び圧力測定などの地球物理学的モニタリングと、地表または地下水の内の二酸化炭素の濃度測定などの地化学的モニタリング、試錐孔内のモニタリング技術などがある。しかしながら、このような技術のうちの一部は個別的に適用することには信

10

【 0 0 0 6 】

大韓民国登録特許公報第 1 0 - 0 9 9 9 0 3 0 号 (2 0 1 0 年 1 2 月 0 1 日 登 録) に は 圧 力 モ ニ タ リ ン グ に よ る 地 中 ガ ス 貯 蔵 層 に お け る ガ ス 流 出 探 知 方 法 及 び 地 中 ガ ス 貯 蔵 シ ス テ ム が 開 示 さ れ て い る 。

【 先 行 技 術 文 献 】

【 特 許 文 献 】

【 0 0 0 7 】

【 特 許 文 献 1 】 大 韓 民 国 登 録 特 許 公 報 第 1 0 - 0 9 9 9 0 3 0 号

20

【 発 明 の 概 要 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、同位元素分析機を用いて非飽和帯ガス及び地表大気をリアルタイムに信頼性あるようにモニタリングできる非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム及びモニタリング方法を提供することにある。

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 0 9 】

上記の目的を達成するための本発明の実施形態に従う非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステムは、地表面に立てられる固定部材と、上記固定部材に高さ別に固定される複数の気体流入口と、上記気体流入口と連通する複数の気体移送部材と、上記気体移送部材を通じて移送された気体の同位元素を分析する同位元素分析機を含む分析部材と、上記気体移送部材及び上記分析部材と連結され、上記複数の気体移送部材のうちの1つの気体移送部材を選択し、選択された気体移送部材を通じて移送された気体を上記分析部材に供給するチャンネルと、上記チャンネルと上記分析部材とを連結させる連結部材を含む地表大気分析装置、上記同位元素分析機から出力される同位元素の成分を転送する通信装置、及び上記通信装置から転送される同位元素の成分を出力するモニタリングサーバを含むことを特徴とする。

30

【 0 0 1 0 】

上記の目的を達成するための本発明の実施形態に従う非飽和帯ガス及び地表大気モニタリング方法は、二酸化炭素が地中貯蔵される敷地の非飽和帯ガス及び地表大気をモニタリングする方法において、(a) 二酸化炭素地中貯蔵の以前、二酸化炭素濃度感知装置で二酸化炭素が地中貯蔵される敷地の非飽和帯二酸化炭素の濃度を時間帯別に測定して、通信装置を通じてモニタリングサーバに転送し、上記モニタリングサーバから転送された非飽和帯二酸化炭素の濃度資料を分析して自然的に表れることができる二酸化炭素濃度の最大濃度を基準二酸化炭素濃度として貯蔵するステップ、(b) 二酸化炭素の地中貯蔵が始まった後、地表大気分析装置の同位元素分析機で地表大気のうちの気体の同位元素を分析し、上記二酸化炭素濃度感知装置で上記非飽和帯の二酸化炭素の濃度を測定して、通信装置を通じて上記モニタリングサーバに転送するステップ、及び(c) 上記モニタリングサーバで測定二酸化炭素の濃度と上記基準二酸化炭素の濃度とを比較して、正常信号または異

40

50

常信号を出力するステップを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明に従う非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム及びモニタリング方法は、リアルタイムに非飽和帯ガス及び地表大気二酸化炭素の濃度と同位元素分析機を用いて非飽和帯ガス及び地表大気同位元素をモニタリングすることで、経済的な方法によりリアルタイムに二酸化炭素を含んだ気体の挙動を信頼性あるように観察することができる。

【0012】

これを二酸化炭素地中貯蔵敷地のモニタリングに適用する場合、地中貯蔵された二酸化炭素の漏出時に直ちに対応し、地上設備の安定性を確保することができる長所がある。

10

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明に従う非飽和帯ガス及び地表大気二酸化炭素濃度及び同位元素モニタリングシステムを概略的に示す図である。

【図2】図1のモニタリングサーバを概略的に示す図である。

【図3】本発明に従う二酸化炭素が地中貯蔵される敷地の二酸化炭素濃度及び同位元素モニタリングシステムを概略的に示す図である。

【図4】本発明に従う非飽和帯ガス及び地表大気二酸化炭素濃度及び同位元素モニタリング方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

20

【0014】

本発明の利点及び特徴、そしてそれらを達成する方法は、添付する図面と共に詳細に後述されている実施形態を参照すれば明確になる。しかしながら、本発明は以下に開示される実施形態に限定されるものではなく、互いに異なる多様な形態に具現され、単に本実施形態は本発明の開示が完全になるようにし、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者に発明の範疇を完全に知らせるために提供されるものであり、本発明は請求項の範疇により定義されるだけである。明細書の全体に亘って同一参照符号は同一構成要素を指し示す。

【0015】

以下、添付の図面を参照して本発明の実施形態に従う同位元素分析機を用いた非飽和帯ガス及び地表大気モニタリングシステム及びモニタリング方法に関して説明する。

30

【0016】

図1は本発明に従う非飽和帯ガス及び地表大気二酸化炭素濃度及び同位元素モニタリングシステムを概略的に示す図であり、図2は図1のモニタリングサーバを概略的に示す図である。

【0017】

図1を参照すると、図示された非飽和帯ガス及び地表大気二酸化炭素(CO₂)濃度及び同位元素モニタリングシステム100は、大別して地表大気分析装置105、地表大気用通信装置170、非飽和帯CO₂濃度感知装置180、非飽和帯用通信装置190、及びモニタリングサーバ195を含む。

40

【0018】

地表大気分析装置105は、地表大気同位元素やCO₂の濃度を分析する装置であって、地表大気気体流入口110、気体移送部材120、固定部材130、チャンネル140、分析部材150、及び連結部材160を含む。

【0019】

地表大気気体流入口110は、地表大気うちの二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、水蒸気(H₂O)、硫化ガス(SO_x)、硫化水素(H₂S)などを含む気体が気体移送部材120の内部に流入するようになる。地表大気気体流入口110は、漏斗のような形状を有することができ、地表面に立てられた柱形状の固定部材130に固定できる。ここで、地表大気は地表面及び大気を含むことを意味する。地表大気は略地表面から2

50

m位の範囲となることができる。必要によっては2 m以上の高さに地表大気気体流入口110及び固定部材130を設置することができる。

【0020】

気体移送部材120は地表大気気体流入口110と連通した管形状を有し、地表大気気体流入口110を通じて流入した気体をチャンネル140に移送させる。この際、地表大気気体流入口110と隣接した気体移送部材120の一部が固定部材130により固定できる。

【0021】

気体移送部材120は移送過程中、流入した気体の変性を防止するために総長さが10 m以下、好ましくは1～2 m位の管が使用できる。

10

【0022】

このような地表大気気体流入口110及び気体移送部材120は、地表面から高さを異にして複数個が形成される。

【0023】

チャンネル140は複数の気体移送部材120と連結され、複数の気体移送部材120のうちの1つの気体移送部材120を選択し、選択された1つの気体移送部材120を通じて移送された気体を連結部材160を通じて分析部材150に供給する。チャンネル140は定まった順にリアルタイムに選択された1つの気体移送部材150を通じて移送された気体を分析部材150に供給することができる。

【0024】

分析部材150は連結部材160によりチャンネル140と連結され、チャンネル140から連結部材160を通じて供給された気体を分析する。

20

【0025】

具体的に、分析部材150は地表大気CO₂濃度測定センサー151及び同位元素分析機153を含むことができる。

【0026】

地表大気CO₂濃度測定センサー151は、非分散赤外線(Non Dispersive Infra-Red; NDIR)センサーのものが好ましい。NDIRセンサーは地表大気のうち、気体試料内のCO₂含量を測定するセンサーであって、簡便で、かつ正確度を高めることができる長所がある。

30

【0027】

同位元素分析機153は、地表大気中のCO₂、CH₄、H₂O、SO_x、H₂S等の気体のうち、少なくとも1種を含む気体試料内の同位元素をリアルタイムに分析する機器であって、WS-CRDS(Wavelength-Scanned Cavity Ring down Spectroscopy)方式、またはICOS(Integrated Cavity output Spectroscopy)方式のうちのいずれか1つを用いることができる。

【0028】

同位元素分析機153を用いて地表大気中の気体の同位元素を分析する場合、相対的に少ない費用を消耗しながらリアルタイムに地表大気中のCO₂、CH₄、H₂O、SO_x、H₂Sなどのような気体の同位元素を分析することによって、上記気体の挙動をより綿密に観察できる長所がある。

40

【0029】

特に、同位元素分析機153と地表大気CO₂濃度測定センサー151両方とも用いる場合、リアルタイムに地表大気中の気体の挙動、特にCO₂の挙動を信頼性あるように観察することができる長所がある。

【0030】

地表大気用通信装置170は分析部材150と連結されて、地表大気CO₂濃度測定センサー151から出力される地表大気中のCO₂濃度と同位元素分析機153から出力される同位元素成分を有線または無線通信を通じてモニタリングサーバ195に転送する。

【0031】

50

非飽和帯CO₂濃度感知装置180は、チャンバー(chamber)181、非飽和帯気体流入口183、及び非飽和帯CO₂濃度測定センサー185を含む。

【0032】

チャンバー181はステンレススチール(stainless steel)などの材質であって、地表面の下非飽和帯に埋設され、円筒、四角筒のような筒形状を有する。チャンバー181の底には地下水または土壌水が流入した場合、重力による自然排水可能に複数の排水孔(図示せず)が形成される。ここで、非飽和帯は地下水面の上部層を意味し、通常的に未膠結岩石と土壌が分布し、土壌内気体(酸素、窒素、二酸化炭素等)と水分とが共に存在する層を意味する。非飽和帯は略地表面から50~100cm位下になることができる。

【0033】

非飽和帯気体流入口183は、チャンバー181側面にメッシュ(mesh)などの網形状で少なくとも1つ以上形成されて非飽和帯の周辺の気体がチャンバー181内に流入するようにする。

【0034】

非飽和帯CO₂濃度測定センサー185は、チャンバー181の上部に貫通形成され、チャンバー181の内の気体に含まれたCO₂の濃度を測定する。この際、非飽和帯CO₂濃度測定センサー185は、簡便で、かつ正確度を高めることができるNDIRセンサーのものが好ましい。

【0035】

但し、NDIRセンサーを土壌内に設置した場合、土壌孔隙内の気体の含量が不均質であるので、測定が不完全であることがある。したがって、本発明のように一定量以上の気体が集積できるチャンバー181を土壌層に設置し、チャンバー181に集められて平均化した分布を有する気体に対してNDIRセンサーを用いて、CO₂濃度を測定することが好ましい。

【0036】

一方、非飽和帯CO₂濃度測定NDIRセンサーは、地表大気濃度測定のための分析部材150と連結されて同位元素分析機153を用いた非飽和帯または非飽和帯ガスの同位元素測定が可能である。この場合、リアルタイムに非飽和帯ガスのうち、CO₂、CH₄、H₂O、SO_x、H₂Sなどのような気体の挙動をより綿密に観察できる長所がある。

【0037】

一旦、地表の上に漏れたCO₂は地表面の大気と混ざって速く移動するので、その濃度を速く感知し、漏れを判断して、地上設備を稼動するか否かを判断することが困難である。したがって、地表漏れの前段階である非飽和帯でCO₂濃度をモニタリングすることが求められる。

【0038】

非飽和帯用通信装置190は、非飽和帯CO₂濃度測定センサー185と連結されて、非飽和帯CO₂濃度測定センサー185から出力されるCO₂濃度を有線または無線通信を通じてモニタリングサーバ195に転送する。

【0039】

一方、モニタリングサーバ195は、時間帯別の非飽和帯及び地表大気での基準CO₂濃度を貯蔵する。また、モニタリングサーバ195は地表大気用及び非飽和帯用通信装置170, 190から転送される測定CO₂濃度(C_{detec})と予め貯蔵された時間帯別の基準CO₂濃度(C_{ref})とを比較して正常信号または異常信号をモニターまたはプリンタを通じて出力する。勿論、モニタリングサーバ195は測定CO₂濃度を直接出力することができ、測定CO₂濃度を貯蔵空間に貯蔵することができる。

【0040】

モニタリングサーバ195は、転送される測定CO₂濃度(C_{detec})と測定された時間に該当する基準CO₂濃度(C_{ref})とを比較して、測定CO₂濃度(C_{detec})が基準CO₂濃度(C_{ref})より一定値以上大きい場合、異常信号を発生させることができる。

10

20

30

40

50

【0041】

この際、モニタリングサーバ195で異常信号を発生させる基準は、基準CO₂濃度(C_{ref})自体より測定CO₂濃度(C_{detec})が特定数値()以上の場合、(C_{detec} - C_{ref} +)となることができる。

【0042】

また、モニタリングサーバ195で異常信号を発生させる基準は、測定CO₂濃度(C_{detec})が基準CO₂濃度(C_{ref})の特定比率(%、 は1より大きい値)以上の場合、(C_{detec} × C_{ref})となることができる。

【0043】

上記のような動作を遂行するために、図2に示すように、モニタリングサーバ195は、入力部210、データ貯蔵部220、比較部230、及び出力部240を含むことができる。

10

【0044】

入力部210は、地表大気用及び非飽和帯用通信装置170, 190から各々の測定CO₂濃度(C_{detec})の入力を受ける。データ貯蔵部220は時間帯別の基準CO₂濃度を貯蔵する。

【0045】

比較部230は、入力部210から測定CO₂濃度(C_{detec})の入力を受けて、データ貯蔵部220から基準CO₂濃度(C_{ref})の入力を受けて、入力された測定CO₂濃度(C_{detec})と基準CO₂濃度(C_{ref})とを比較して、'0' と'1'、または'LOW'と'HIGH'のような結果信号を出力する。

20

【0046】

出力部240は、比較部230の結果信号によって正常信号または異常信号をモニターまたはプリンタのような出力装置に出力する。

【0047】

一方、モニタリングサーバ195は警報装置(図示せず)と連結できるが、警報装置はモニタリングサーバ195の異常信号に応答してアラームやサイレンなどの警報を発生させて、管理者や勤務者などが容易にCO₂漏れ発生を認知できるようにする。

【0048】

説明の便宜のために、図1では非飽和帯ガス及び地表大気CO₂濃度及び同位元素モニタリングシステム100に限定して説明したが、非飽和帯CO₂濃度感知装置180及び非飽和帯用通信装置190を省略して地表大気CO₂濃度及び同位元素モニタリングに適切に応用されることもできることは勿論である。

30

【0049】

図3は、本発明に従う二酸化炭素が地中貯蔵される敷地の二酸化炭素濃度及び同位元素モニタリングシステムを概略的に示すものである。

【0050】

図3を参照すると、図示された二酸化炭素が地中貯蔵される敷地の二酸化炭素濃度及び同位元素モニタリングシステムは、CO₂が地中貯蔵されるCO₂貯蔵敷地310の地表面320に立てられた複数の地表大気分析装置105、CO₂貯蔵敷地310で地下土壌層330の非飽和帯に埋設された複数の非飽和帯CO₂濃度感知装置180、各々の地表大気分析装置105に連結された複数の地表大気用通信装置(図示せず)、各々の非飽和帯CO₂濃度感知装置180と連結された複数の非飽和帯用通信装置190、及びモニタリングサーバ195を含む。

40

【0051】

CO₂貯蔵敷地310には地下土壌層330の深部、略800m位に産業体から排出されるCO₂が捕集されて地中貯蔵されるCO₂地中貯蔵所340が位置する。

【0052】

この場合、地表大気分析装置105は、CO₂貯蔵敷地310でCO₂地中貯蔵所340と垂直な上部の地表面320に複数個が配置される。非飽和帯CO₂濃度感知装置18

50

0 は、地下土壌層 330 で CO_2 地中貯蔵所 340 と垂直な上部の非飽和帯に複数個が配置される。また、 CO_2 は CO_2 貯蔵敷地 310 の周辺にも流出できるので、地表大気分析装置 105 及び非飽和帯 CO_2 濃度感知装置 180 は、 CO_2 貯蔵敷地 310 だけでなく、その周辺敷地にも複数個に配置されることが好ましい。

【0053】

一方、 CO_2 貯蔵敷地 310 には、 CO_2 臨時貯蔵設備、加圧設備、増温設備、注入設備などが配置される。

【0054】

上記地表大気分析装置 105、非飽和帯 CO_2 濃度感知装置 180、地表大気用通信装置、非飽和帯用通信装置 190、及びモニタリングサーバ 195 は、図 1 で前述したこと

10

【0055】

CO_2 貯蔵敷地 310 で地表大気分析装置 105 及び非飽和帯 CO_2 濃度感知装置 180 を用いる場合、非飽和帯ガス及び地表大気の CO_2 濃度と共に同位元素をリアルタイムにモニタリングしてリアルタイムに CO_2 の挙動を信頼性あるように観察することができ、これを通じて地中貯蔵された CO_2 の漏出時、直ちに対応できる長所がある。

【0056】

このように、 CO_2 が地中貯蔵される敷地の CO_2 濃度及び同位元素モニタリングシステムは、 CO_2 貯蔵敷地 310 で主に注入地層に限定されていたモニタリング対象を非飽和帯と地表大気まで拡張させる。また、同位元素分析機と CO_2 濃度測定センサーを用いて経済的な方法により地中貯蔵された CO_2 が漏れるか否かをリアルタイムに信頼性あるようにモニタリングすることによって、 CO_2 漏れに従う対応速度の向上と共に、地上設備の安定性を確保することができる。

20

【0057】

図 4 は、本発明に従う非飽和帯ガス及び地表大気の二酸化炭素濃度及び同位元素モニタリング方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【0058】

図 4 を参照すると、図示された非飽和帯ガス及び地表大気の二酸化炭素濃度及び同位元素モニタリング方法は、基準 CO_2 濃度データ貯蔵ステップ (S410)、 CO_2 濃度感知、同位元素分析及びモニタリングステップ (S420)、及び結果信号出力ステップ (S431、S432) を含む。

30

【0059】

基準 CO_2 濃度データ貯蔵ステップ (S410) では、 CO_2 地中貯蔵の以前、 CO_2 が地中貯蔵される敷地の非飽和帯 CO_2 濃度及び地表大気の CO_2 濃度を二酸化炭素地中注入前に時間帯別に測定して、通信装置を通じてモニタリングサーバに転送し、上記モニタリングサーバから転送された各々の非飽和帯ガス及び地表大気の CO_2 濃度資料を分析して自然的に表れることができる CO_2 濃度の最大濃度を基準 CO_2 濃度として貯蔵する。

【0060】

非飽和帯 CO_2 濃度は、図 1 に図示された地表面の下の非飽和帯に埋設された非飽和帯 CO_2 濃度感知装置 180 を用いて測定される。地表大気 CO_2 濃度は、図 1 に図示された地表面に立てられた地表大気分析装置 105 の地表大気 CO_2 濃度測定センサー 151 を用いて測定される。

40

【0061】

基準 CO_2 濃度を予め貯蔵する理由は、次の通りである。非飽和帯の CO_2 は土壌内の生物学的な活動とそれに影響を及ぼす物理化学的な現象、季節、昼と夜、その他の物理化学的な条件に従って濃度が随時変化する。そして、地表大気の CO_2 は昼と夜、その他の物理化学的な条件に従って濃度が随時変化する。これによって、非飽和帯及び地表大気の CO_2 濃度を一般化することは非常に困難である。したがって、注入された CO_2 が漏れるか否かを確認するためには、少なくとも 1 年以上定まった地点で CO_2 の濃度を時間単

50

位に測定して自然的な背景濃度を予め把握した後、このような背景濃度から外れる異常値が観測された時に対応することが必要である。

【 0 0 6 2 】

次に、 CO_2 濃度感知、同位元素分析、及びモニタリングステップ (S 4 2 0) では、 CO_2 の地中貯蔵が始まった後、図 1 に図示された非飽和帯に埋設された CO_2 濃度感知装置 1 8 0 で非飽和帯ガスの CO_2 の濃度を測定し、地表面に立てられた地表大気分析装置 1 0 5 で地表大気の CO_2 の濃度を測定して、図 1 の通信装置 1 7 0 , 1 9 0 を通じてモニタリングサーバ 1 9 5 に転送し、モニタリングサーバ 1 9 5 で各々非飽和帯及び地表大気で測定された CO_2 の濃度と基準非飽和帯及び地表大気 CO_2 濃度とを比較する。

【 0 0 6 3 】

また、図 1 に図示された地表大気分析装置 1 0 5 の同位元素分析機 1 5 3 で CO_2 、 CH_4 、 H_2O 、 SO_x 、 H_2S 等の気体のうち、少なくとも 1 種を含む地表大気の気体内の同位元素を分析して、図 1 の通信装置 1 7 0 を通じてモニタリングサーバ 1 9 5 に転送する。

【 0 0 6 4 】

また、非飽和帯 CO_2 濃度測定センサー 1 8 5、一例として N D I R センサーを地表大気分析装置 1 0 5 の分析部材 1 5 0 と連結して同位元素分析機 1 5 3 を用いて非飽和帯または非飽和帯ガスの同位元素を測定して、図 1 の通信装置 1 7 0 を通じてモニタリングサーバ 1 9 5 に転送することもできる。

【 0 0 6 5 】

結果信号出力ステップ (S 4 3 1、S 4 3 2) では、モニタリングサーバで、測定 CO_2 の濃度と基準 CO_2 濃度とを比較した結果を用いて正常信号または異常信号を出力する。モニタリングサーバは測定された CO_2 濃度と基準 CO_2 濃度とを比較して、測定された CO_2 濃度が基準 CO_2 濃度より一定値以上大きかったり、特定数値または特定比率以上の場合、異常信号を発生させることができる。

【 0 0 6 6 】

モニタリングサーバから異常信号が出力される場合、警報を出力する過程 (S 4 3 3) がさらに含まれて、 CO_2 の注入が中断 (S 4 3 4) できるようにする。

【 0 0 6 7 】

前述したように、本発明に従う非飽和帯ガス及び地表大気の CO_2 濃度及び同位元素モニタリング方法は、 CO_2 の地中貯蔵前に予め時間帯別の非飽和帯及び地表大気の基準 CO_2 濃度を測定貯蔵した状態でリアルタイムに非飽和帯及び地表大気で感知される CO_2 の濃度と比較することによって、環境の変化に従う CO_2 濃度変化と地中貯蔵された CO_2 の漏れによる CO_2 濃度変化を容易に区別することができる。

【 0 0 6 8 】

また、 CO_2 濃度測定だけでなく、同位元素分析機を用いてリアルタイムに非飽和帯ガス及び地表大気に含まれた気体の同位元素を分析することによって、地中貯蔵された CO_2 が漏れるか否かを経済的な方法によりリアルタイムに信頼性あるようにモニタリングすることができるので、 CO_2 漏れに従う対応速度の向上と共に、地上設備の安定性を確保することができる。

【 0 0 6 9 】

以上、本発明の実施形態を中心として説明したが、本発明が属する技術分野で通常知識を有する技術者の水準で多様な変更や変形を加えることができる。このような変更と変形は本発明が提供する技術事象の範囲から外れない限り、本発明に属すると言うことができる。したがって、本発明の権利範囲は以下に記載される請求範囲により判断されるべきである。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

- 1 0 0 非飽和帯ガス及び地表大気 CO_2 濃度及び同位元素モニタリングシステム
- 1 0 5 地表大気分析装置

10

20

30

40

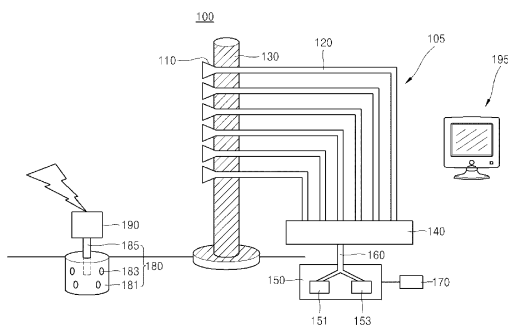
50

- 1 1 0 地表大気気体流入口
- 1 2 0 気体移送部材
- 1 3 0 固定部材
- 1 4 0 チャンネル
- 1 5 0 分析部材
- 1 5 1 地表大気CO₂濃度測定センサー
- 1 5 3 同位元素分析機
- 1 6 0 連結部材
- 1 7 0 地表大気用通信装置
- 1 8 0 非飽和帯CO₂濃度感知装置
- 1 8 1 チャンバー
- 1 8 3 非飽和帯気体流入口
- 1 8 5 非飽和帯CO₂濃度測定センサー
- 1 9 0 非飽和帯用通信装置
- 1 9 5 モニタリングサーバ
- 2 1 0 入力部
- 2 2 0 データ貯蔵部
- 2 3 0 比較部
- 2 4 0 出力部
- 3 1 0 CO₂貯蔵敷地
- 3 2 0 地表面
- 3 3 0 地下土壌層
- 3 4 0 CO₂地中貯蔵所

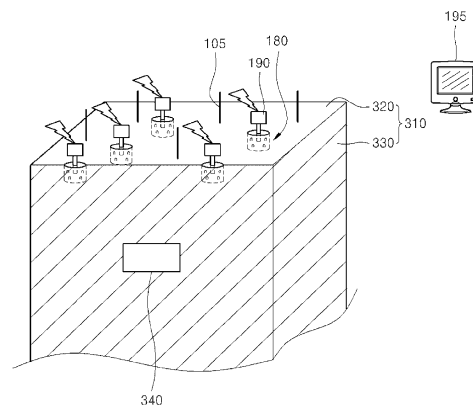
10

20

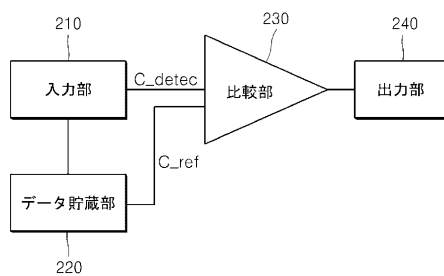
【図1】



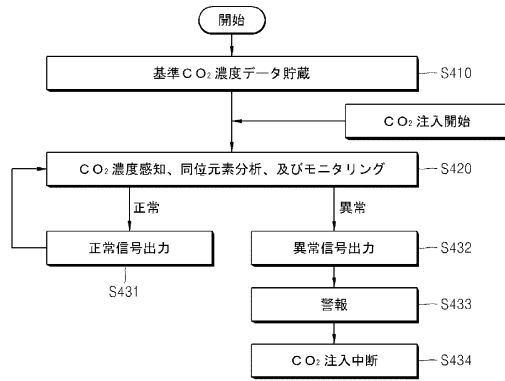
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 キム ジョンチャン

大韓民国 305-340 テジョン ユソング ドリョンドン 391 タウン 하우스 8棟
204号

(72)発明者 ソン ギソン

大韓民国 403-778 インチョン プピョング サンゴク 2 ドン 222 ハンシン
ヒュ アpartment 105棟 708号

(72)発明者 チェ ギタク

大韓民国 448-981 キョンギド ヨンインシ スジグ ソンボク ドン LG2次ビレッ
ジ アパート 204棟 1504号

審査官 高見重雄

- (56)参考文献 特開2006-133200(JP,A)
特開2008-170184(JP,A)
特開2008-191111(JP,A)
実公昭56-003651(JP,Y1)
特開2011-064671(JP,A)
特開2006-275940(JP,A)
特開2010-243178(JP,A)
韓国登録特許第10-0999030(KR,B1)
特開2008-203124(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 1/00-1/44

G01N 21/00-21/61

G01M 3/00-3/40

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)

Science Direct

Thomson Innovation