(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2006-524810
(P2006-524810A)
(43)公表日　平成18年11月2日(2006.11.2)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G01F	1/74	(2006.01)	G01F	1/74		2F035
G01F	1/712	(2006.01)	G01F	1/712		
G01P	5/22	(2006.01)	G01P	5/22	J	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 15 頁）

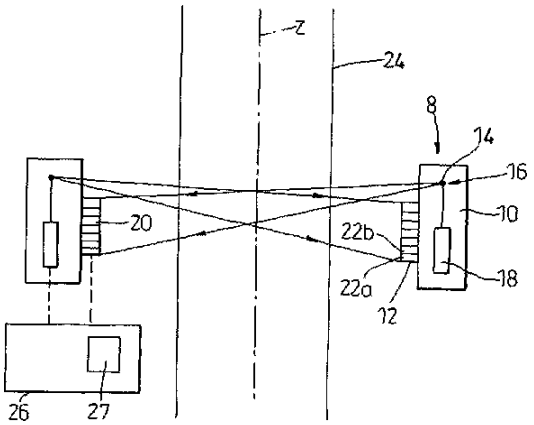
(21)出願番号　特願2006-506174(P2006-506174)
(86)(22)出願日　平成16年4月23日(2004.4.23)
(85)翻訳文提出日　平成17年12月22日(2005.12.22)
(86)国際出願番号　PCT/GB2004/001751
(87)国際公開番号　WO2004/097344
(87)国際公開日　平成16年11月11日(2004.11.11)
(31)優先権主張番号　0309385.3
(32)優先日　平成15年4月25日(2003.4.25)
(33)優先権主張国　英国(GB)

(71)出願人　505396110
シーエックスアール　リミテッド
イギリス、ギルフォード　ジーユー１　４ユージー、ウォルナッツ　ツリー　クロース、リバーサイド　ビジネス　センター、ユニット　５
(74)代理人　100094983
弁理士　北澤　一浩
(74)代理人　100095946
弁理士　小泉　伸
(74)代理人　100099829
弁理士　市川　朗子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】Ｘ線モニタリング

(57)【要約】
【課題】混合物内の複数の物質の動きをリアルタイムにモニタするための装置の提供。
【解決手段】パイプ（２４）の中を流れる石油、水及び空気のような混合物内の複数の物質の動きをリアルタイムにモニタするための装置が、或るモニタ時間にわたって混合物の走査を何度も実施して複数の走査データセットを生成するように構成されるＸ線スキャナ（８）と、そのデータセットを解析して、各物質の体積を特定し、それらの動きを測定するように構成される制御手段（２６）とを備える。複数の層のそれぞれにおいて、かつ複数の走査のそれぞれの場合に各物質の体積を特定することにより、その物質のリアルタイムの解析及び画像作成を達成することができる。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
混合物内の複数の物質の動きをリアルタイムにモニタするための装置であって、
或るモニタ時間にわたって該混合物を複数回走査して複数の走査データセットを生成するＸ線スキャナと、
該データセットを解析して、各物質の体積を特定し、該物質の動きを測定する制御手段と、を備えることを特徴とする装置。
【請求項２】
走査する度に、該混合物の層に関連する１つのデータセットを生成することを特徴とする請求項１記載の装置。
【請求項３】
該層内の複数の体積要素を画定し、該体積要素それぞれのＸ線減衰の指標を用いて、該データセットを生成することを特徴とする請求項２記載の装置。
【請求項４】
該制御手段は、該データセットを用いて、該層内の該物質のうちの少なくとも１つの量を決定することを特徴とする請求項２又は３記載の装置。
【請求項５】
該制御手段は、該走査毎の該データセットを用いて、該少なくとも１つの物質の該量の時間平均値を決定することを特徴とする請求項４記載の装置。
【請求項６】
該スキャナは、該混合物の複数の層に関連するデータセットを生成するように構成され、該複数の層は互いに異なる位置にあることを特徴とする請求項２乃至５の何れか一記載の装置。
【請求項７】
該制御手段は、該複数の層に関連する該データセットを用いて、該物質のうちの少なくとも１つの動きを測定することを特徴とする請求項６記載の装置。
【請求項８】
該制御手段は、該複数の層を通して該物質の領域の動きを追跡し、該物質の流速を決定することを特徴とする請求項７記載の装置。
【請求項９】
該制御手段は、該物質のうちの第１の物質の領域の動きを測定し、少なくとも１つの他の物質に対する該領域の浮力の指標を決定し、該領域の動き及び該浮力を用いて、該少なくとも１つの他の物質の動きを測定することを特徴とする請求項１乃至８の何れか一記載の装置。
【請求項１０】
該制御手段は、複数の変数に基づいて該物質の動きのパラメータを計算するためのモデルを定義し、該走査データセットから該パラメータの測定値を生成し、該測定値及び該モデルから該変数のうちの少なくとも１つを決定することを特徴とする請求項１乃至９の何れか一記載の装置。
【請求項１１】
該制御手段は、該物質のうちの少なくとも１つの流量を決定するように構成され、該流量は、所定の時間内に所定の領域を通って流れる該物質の量と定義されることを特徴とする請求項１乃至１０の何れか一記載の装置。
【請求項１２】
該制御手段は２つのステージにおいて走査データセットを解析するように構成され、該ステージのうちの一方は他方よりも低い空間分解能及び高いコントラスト分解能を提供することを特徴とする請求項１乃至１１の何れか一記載の装置。
【請求項１３】
該制御手段は、高い方の空間分解能解析を用いて、該物質のうちの第１の物質の体積を特定し、高い方のコントラスト分解能解析を用いて、２つのさらに別の物質の体積を区別

することを特徴とする請求項１２記載の装置。
【請求項１４】
該制御手段は、高い空間分解能解析を用いて、低い空間分解能解析において規定される体積要素のＸ線減衰の指標を調整し、該第１の物質の該体積要素内の存在を明らかにすることを特徴とする請求項１３記載の装置。
【請求項１５】
該スキャナはパイプの周囲に配置され、該パイプの中の該物質の動きを測定することを特徴とする請求項１乃至１４の何れか一記載の装置。
【請求項１６】
該制御手段によって制御される該混合物の画像を表示する表示手段をさらに備えることを特徴とする請求項１乃至１５の何れか一記載の装置。
【請求項１７】
該表示手段は該混合物のビデオ画像を表示することを特徴とする請求項１６記載の装置。
【請求項１８】
混合物内の複数の物質の動きをリアルタイムにモニタする方法であって、
或るモニタ時間にわたって該混合物の複数のＸ線走査を実施し、複数の走査データセットを生成する工程と、
該データセットを解析して、各物質の体積を特定し、該物質の動きを測定する工程と、を備えることを特徴とする方法。
【請求項１９】
走査毎に、該混合物の１つの層に関連する１つのデータセットが生成されることを特徴とする請求項１８記載の方法。
【請求項２０】
該層内の複数の体積要素を定義する工程と、該体積要素のそれぞれのＸ線減衰の指標を用いて該データセットを形成する工程と、を備えることを特徴とする請求項１９記載の方法。
【請求項２１】
該データセットを用いて、該層内の該物質のうちの少なくとも１つの量が決定されることを特徴とする請求項１９又は２０記載の方法。
【請求項２２】
該走査それぞれからの該データセットを用いて、該少なくとも１つの物質の該量の時間平均値が決定されることを特徴とする請求項２１記載の方法。
【請求項２３】
該混合物の複数の層に関連するデータセットが生成され、該層は互いに異なる位置にあることを特徴とする請求項１９乃至２２の何れか一記載の方法。
【請求項２４】
該複数の層に関連する該データセットを用いて、該物質のうちの少なくとも１つの動きが測定されることを特徴とする請求項２３記載の方法。
【請求項２５】
該複数の層を通る該物質の領域の動きを追跡して、該物質の流速を決定することを特徴とする請求項２４記載の方法。
【請求項２６】
該物質のうちの第１の物質の１つの領域の動きが測定され、少なくとも１つの他の物質に対する該領域の浮力の指標が決定され、該少なくとも１つの他の物質の動きが該領域の動き及び該浮力を用いて測定されることを特徴とする請求項１８乃至２５の何れか一記載の方法。
【請求項２７】
複数の変数に基づいて該物質の動きのパラメータを計算するためのモデルが定義され、該パラメータの測定値が該走査データセットから生成され、該変数のうちの少なくとも１

つが該測定値及び該モデルから決定されることを特徴とする請求項１８乃至２６の何れか一記載の方法。

【請求項２８】

該物質のうちの少なくとも１つの流量が決定され、該流量は所定の時間内に所定の領域の中を流れる該物質の量と定義されることを特徴とする請求項１８乃至２７の何れか一記載の方法。

【請求項２９】

走査データセットが２つのステージにおいて解析され、一方のステージは他方のステージよりも低い空間分解能及び高いコントラスト分解能を提供することを特徴とする請求項１８乃至２８の何れか一記載の方法。

【請求項３０】

高い方の空間分解能解析を用いて、該物質のうちの第１の物質の体積が特定され、高い方のコントラスト分解能解析を用いて、２つのさらに別の物質の体積が区別されることを特徴とする請求項２９記載の方法。

【請求項３１】

高い空間分解能解析を用いて、低い空間分解能解析において規定される体積要素のＸ線減衰の指標を調整し、該第１の物質の該体積要素内の存在を明らかにすることを特徴とする請求項３０記載の方法。

【請求項３２】

パイプの周囲に配置されるスキャナを用いて、該パイプの中の該物質の動きを測定するために実行されることを特徴とする請求項１８乃至３１の何れか一記載の方法。

【請求項３３】

添付の図面を参照して明細書中に記載されるように混合物内の複数の物質の動きを略リアルタイムにモニタするための装置。

【請求項３４】

添付の図面を参照して明細書中に記載されるように混合物内の複数の物質の動きを略リアルタイムにモニタするための方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は混合物をモニタすることに関し、詳細にはＸ線走査を用いてリアルタイムにモニタすることに関する。本発明は、混合物をモニタし、画像を作成する必要がある数多くの分野において応用形態を有し、特に、油井からの石油の流れを測定することなどの、流体の混合物が動く際に種々のフラクションの流量を測定することに適用することができる。また本発明は、スラリーの流れをモニタし、測定すること、流動化過程をモニタすること、及び混合過程をモニタすることにも適用することができる。

【背景技術】

【０００２】

通常、或る油井は、集合的に油田を形成する複数の油井のうちの１つである。個々の油井から石油、水及びガスを抽出するだけでなく、水を油井の中に再循環して、地中に戻す必要がある場合もある。通常、次に石油を収集するために、この汲み上げられた水を用いて、石油が地中の多孔性の岩石を通って油井（或いは複数の油井）に向かって拡散するのを容易にする。汲み上げ速度及び抽出速度を注意深く設計することにより、その油田からの石油の産出高を最大にすることができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

多くの場合に、いくつかの採掘用の油井から産出された石油を、下流部門で後に処理するために一本のパイプラインに合流させる。生産工程を最適化するために、液相内の石油及び水の割合を知る必要があり、また油田内の各油井によって産出される石油及び水の体

積を知る必要もある。この情報を、油田そのものの地球物理学データ及び地震学データの知識と組み合わせることにより、油田から産出される石油の量を増やし、産出のコストを削減できるものと考えられる。そのような石油及び水の相の割合及び速度を測定するには、測定手段が油井の坑口に配置される必要がある。

【０００４】

この目的を果たすための既知の測定手段は、一旦、機械システムを用いることにより流れが均質化されたなら、二重エネルギーガンマ測定を用いて、その流れの線形減衰係数を測定することによる。第２の既知の手法は、その流体の電気的特性（誘電率及び導電率を含む）を測定し、この結果から石油及び水の相の割合を推測することである。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明は、混合物内の複数の物質の動きをリアルタイムにモニタするための装置であって、或るモニタ時間にわたって混合物を何度も走査して複数の走査データセットを生成するように構成されるＸ線スキャナと、データセットを解析して、物質のそれぞれの体積を特定し、それらの動きを測定するように構成される制御手段とを備える、混合物内の複数の物質の動きをリアルタイムにモニタするための装置を提供する。

【０００６】

本装置は、走査する度に、混合物の層に関連する１つのデータセットを生成するように構成されることが好ましい。制御手段は、上記層内の複数の体積要素を画定し、上記体積要素それぞれのＸ線減衰の指標を用いて、データセットを形成するように構成されることがより好ましい。制御手段は、データセットを用いて、上記層内の物質のうちの少なくとも１つの量を判定するように構成されることがさらにより好ましい。

【０００７】

制御手段は、走査毎のデータセットを用いて、上記少なくとも１つの物質の量の時間平均値を判定するように構成されることが好ましい。

【０００８】

スキャナは、混合物の複数の層に関連するデータセットを生成するように構成されることが好ましく、層は互いとは異なる位置にある。制御手段は、上記複数の層に関連するデータセットを用いて、物質のうちの少なくとも１つの動きを測定するように構成されることがより好ましい。制御手段は、複数の層を通して上記物質の領域の動きを追跡し、上記物質の流速を判定するように構成されることがさらにより好ましい。

【０００９】

制御手段は、物質のうちの第１の物質の領域の動きを測定し、少なくとも１つの他の物質に対する上記領域の浮力の指標を判定し、上記領域の動き及び上記浮力を用いて、上記少なくとも１つの他の物質の動きを測定するように構成されることができる。

【００１０】

制御手段は、複数の変数に基づいて物質の動きのパラメータを計算するためのモデルを定義し、走査データセットからパラメータの測定値を生成し、測定値及びモデルから上記変数のうちの少なくとも１つを判定するように構成されることが好ましい。

【００１１】

制御手段は、物質のうちの少なくとも１つの流量を判定するように構成されることができ、流量は、所定の時間内に所定の領域を通って流れる上記物質の量と定義される。

【００１２】

制御手段は、一方が他方よりも低い空間分解能と高いコントラスト分解能とを与える、２つのステージにおいて走査データセットを解析するように構成されることが好ましい。この場合、制御手段は、高い方の空間分解能解析を用いて、上記物質のうちの第１の物質の体積を特定し、高い方のコントラスト分解能解析を用いて、２つのさらに別の物質の体積を区別するように構成されることが好ましい。たとえば、制御手段は、高空間分解能解析を用いて、低空間分解能解析において画定された体積要素のＸ線減衰の指標を調整し、第１の物質の上記体積要素内の存在を明らかにするように構成されることができる。これ

は特に、混合物が、たとえば石油及び水のように、両方が液相であるか、或いは両方が固相であり、類似のＸ線減衰係数を有する２つの物質と、たとえば空気のような異なる相、たとえば気相からなり、著しく異なるＸ線減衰係数を有する別の物質とを含む場合に有用である。

【００１３】

スキャナは、パイプ或いは他のコンジットの周囲に配置され、パイプ或いはコンジットの中の物質の動きを測定するように構成することができる。別法では、スキャナは、その中にある混合物が流動化過程或いは混合過程の最中である容器に隣接して、或いはその容器の周囲に配置することができる。

【００１４】

本装置はさらに、制御手段によって制御される混合物の画像を表示するように構成される表示手段を備えることができる。たとえば、表示手段は、混合物のビデオ画像を表示するように構成することができる。

【００１５】

本発明はさらに、混合物内の複数の物質の動きをリアルタイムにモニタする方法であって、或るモニタ時間にわたって混合物の複数のＸ線走査を実施し、複数の走査データセットを生成すること、及び、データセットを解析して、物質のそれぞれの体積を特定し、それらの動きを測定することを含む、混合物内の複数の物質の動きをリアルタイムにモニタする方法を提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

例示にすぎないが、ここで本発明の好ましい実施形態を、添付の図面を参照しながら説明する。

【００１７】

図１及び図２を参照すると、本発明の第１の実施形態によるＸ線スキャナ８が、環状多焦点Ｘ線管１０と、Ｘ線管１０の径方向内側に配置される環状セグメントＸ線センサアレイ１２とを備える。Ｘ線管１０は、Ｘ線管１０の周囲に離隔して配置される複数のＸ線源１４を備え、各Ｘ線源１４は、電子源１８からの電子が向けられるターゲット１６を含む。センサアレイ１２は円筒形であり、複数の隣接するリング２２ａ、２２ｂに配列される複数のセンサ素子２０を備える。Ｘ線源１４はセンサアレイ１２の上側の直ぐ上にあり、各Ｘ線源１４は、そのＸ線源に最も近いセンサアレイ１２の部分を越えて、スキャナ軸Ｚの反対側にあるセンサアレイ１２の広いエリアに向かってＸ線を誘導するように構成される。スキャナ８は、石油パイプ２４がスキャナ軸Ｚ上に存在するように、石油パイプ２４の周囲に配置される。Ｘ線システムは通常、１００～１５０ｋＶｐ管電圧及び１０～５０ｍＡビーム電流において運用されるであろう。

【００１８】

制御ユニット２６が、各電子源１８に接続され、Ｘ線管１４のいずれかが常時作動しているように制御することができ、またセンサアレイ１２内の各センサ素子２０にも接続され、常時、各センサ素子２０に達するＸ線放射の強度を判定できるようにする。制御ユニット２６はＸ線源を制御して、１回の走査当たり０．１～１０ｍｓの走査時間で繰返し走査し、走査データを収集し、その走査データを解析して、定量的な出力を提供することができるか、或いは画面２７上にその混合物の画像を提供することができる。

【００１９】

各走査中に、各Ｘ線源１４は次々に一度だけ放射し、Ｘ線源毎に、センサアレイ１２の各リング２２ａ、２２ｂ当たり１つの画像リングからなる複数の画像リングそれぞれの場合の画像データセットが形成される。各画像リングは、Ｘ線源１４とセンサアレイ１２との間の軸のずれに起因して、わずかな角度をなしており、この場合にはパイプ軸Ｚへの法線から１～５°の角度をなしている。制御ユニット２６は、走査中に生成される各画像リングからの画像データセットを処理して、図５に示されるような、パイプ２４の長さに沿って離隔して配置される個々の画像平面２８ａ、２８ｂのための複数の平面画像データセ

ットから構成される断層撮影画像データセットを生成する。通常、１～２ｍｍの平面間隔において、２～１４平面が存在する。各平面画像データセットは、画像のピクセル毎に１つの階調を含み、それは、画像を作成される体積の個々の「平面」或いは層内の複数の対応する体積要素（ボクセル）のそれぞれのＸ線減衰係数を表す。その層は１つの体積要素の厚みに等しい厚みを有し、その平面画像を基本的には２次元にする。

【００２０】

その後、断層撮影画像データセットは２つのステージにおいて処理され、第１のステージではパイプ内の種々のフラクション、この場合には石油、水及びガスの相対的な体積が判定され、第２のステージでは石油相、水相及びガス相の絶対速度が判定される。その後、相毎の体積流量を、相の割合と相の速度との積として判定することができる。

【００２１】

相の割合を判定するために、画像平面２８ａ毎に、空間分解能は低いが、良好なコントラスト分解能で１つ、及び空間分解能は高いが、低いコントラスト分解能で１つの、２つの画像再構成が生成される。いずれの画像再構成も、同じ初期投影データセットを用いる。各画像ピクセルの面積は、対応するボクセルの断面積に対応し、いずれの再構成も、同じスライス厚を有する。図３は、高分解能及び低分解能両方において分割された画像平面２８ａの面積を示す。通常、高分解能画像は、２ｍｍピクセル寸法からなる小さい方のピクセル３０で再構成されることになり、一方、低分解能画像は１０ｍｍピクセル寸法までの大きい方のピクセル３２で再構成されることができる。図示される例では、小さい方のピクセル３０は２ｍｍの寸法を有し、大きい方のピクセル３２は６ｍｍの寸法を有する。各画像において、各ピクセルは、対応する体積要素内の１つ又は複数の物質の減衰係数を指示する階調を有するであろう。１つのフラクションしか含まない任意の体積要素の場合、その階調は石油、水及び空気に対応する３つの取り得る階調のうちの１つになるであろう。２つ以上のフラクションを含む任意の体積要素の場合、その階調は、これら３つの階調間にある階調になるであろう。

【００２２】

最初に、適当な２値セグメント化過程を用いて、高分解能画像がセグメント化され、小さい方のピクセル３０のうちのどれが気相を表し、どれが液相を表すかが判定される。これは、気相が再構成されると、液相とは大きく異なる信号レベルになるので、そのような２値セグメント化が簡単であるという事実による。それゆえ、気相を表すピクセルの数は、画像層内の気体フラクションの指標を与える。図３では、面積３４が、大きい方のピクセル３２のうちの１つと、そのほかに、大きい方のピクセルのうちの３つの間に広がった、小さいピクセル３０のうちの９つとを占める気泡を表す。

【００２３】

次に、高空間分解能の走査から特定される任意の気体ボクセルを用いて、図３に示されるように、低空間分解能の走査に部分体積補正が適用される。この補正は、低空間分解能ピクセルの一部分が気体で満たされること、それゆえ、測定された階調が液相のみのボクセルの場合に取り得る階調よりも低いことを特定する。たとえば、中央の大きなピクセル３２ａでは、９つの小さなピクセル３０のうちの３つが気体ボクセルを表す。これらのピクセルは斜線を付けられたピクセル３０ａである。線形体積補正を適用して、大きなピクセル３２ａの階調が補正され、対応するボクセル内の気体の部分的な割合が明らかにされる。

【数１】

$$true = \frac{1}{1 - V_{gas}} \cdot actual$$

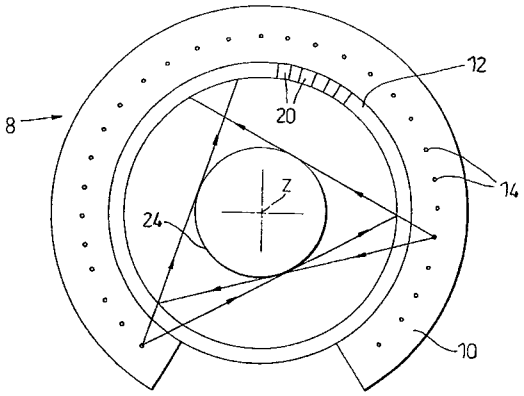
ただし、ｔｒｕｅ＝部分体積補正された階調であり、V_{gas}＝大きなピクセルの気体フラクションであり、ａｃｔｕａｌ＝実際に再構成される階調である。

【００２４】
これらの補正が行われたとき、大きなピクセル３２は、補正された階調に基づいて、気体が支配的である（predominate）ボクセルを表すピクセル、水が支配的であるボクセルを表すピクセル、石油が支配的であるボクセルを表すピクセルにセグメント化される。それゆえ、これは、１つの画像平面２８ａ内の空気、石油及び水の瞬時の体積測定の割合の指標を提供する。またそれは、画面２７上に表示することができる、パイプ２４の中に流れる混合物の断層撮影画像も提供する。
【００２５】
その流れは連続して変化しているので、この測定を何度も繰り返して、３つの相の体積測定の割合の時間平均した測定が達成される。これは、図４にグラフで示されており、図４は、平均の割合の周囲に広がる複数の一連の瞬間的な相体積割合測定値４０を示す。測定値の数が増えると、平均体積割合の不確かさが減少する。測定の不確かさは、画像当たりのボクセルの数及び１つのボクセル内の光子統計値による。通常、１回の走査内の相割合の不確かさは５％程度である。複数のデータセットからの情報を平均した後に、不確かさは１％未満まで減少する。
【００２６】
また、走査する度に新たな画像が生成され、その走査時間は通常、先に示されたように、０．１～１０ｍｓであるので、生成される画像を組み合わせて、パイプ内の流れのリアルタイムの断層撮影画像作成を提供することができる。
【００２７】
図５を参照すると、種々の時刻においてパイプ２４の長さに沿って生成される画像平面２８ａ、２８ｂのスタックにおいて特定されるフィーチャ間に相互相関法を適用することにより、流速を判定することができる。これにより、パイプに沿ってそれらのフィーチャが動く速さを判定することができる。図示される例では、図３に示される気泡３４がパイプ２４の中を上昇する。基準時刻ｔ＝０では、気泡３４は画像平面２８ｄのうちの１つに到達する。次の走査時刻、時刻ｔ＝０＋δでは、気泡３４は一部が画像平面２８ｄの中にあり、一部が隣接する画像平面２８ｃの中にある。次の走査時刻ｔ＝０＋２δでは、気泡３４は一部が次の画像平面２８ｂの中にもある。平面２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄ内の画像間の相互相関によって、気泡３４は同じフィーチャであると特定することができ、各走査時刻の位置を判定することができる。走査間の位置の変化及び走査頻度を用いて、パイプに沿った気泡３４の速度を判定することができる。上記のように得られた空気の体積測定割合とともに、空気が動く速度によって、パイプ２４の中の空気の体積測定流量、すなわち単位時間当たりにパイプの中を流れる空気の体積を判定できるようになる。
【００２８】
いくつかの単純な流れでは、上記の技法を用いて、パイプ内の石油相、水相及び気相のそれぞれのフィーチャを特定し、それらの個々の速度を測定することができるであろう。他のタイプの流れでは、複数の相の全ての流量を判定するために、異なる技法が必要とされる。
【００２９】
１つの技法は、その計算の中に種々のフラクションの浮力を取り入れることである。図５に示される例では、気泡３４が石油によって完全に包囲される場合には、その動きの速さは、一部がその浮力によって、そして一部が石油の速度及び粘度によって決定されるであろう。石油の適当な粘度、並びに石油及び水の適当な密度が分かっているので、気泡３４の速さの測定を用いて、石油の速度を測定することができる。
【００３０】
別法では、各相の密度を測定することができる。各相の密度は、その電子密度に非常に密接に関係しており、電子密度はスキャナによって測定されるようなＸ線減衰を決定する。それゆえ、各ボクセルにおいて測定される減衰を用いて、その中の流体の密度を判定することができる。その後、測定された密度を用いて、各フラクションの浮力を判定することができる。

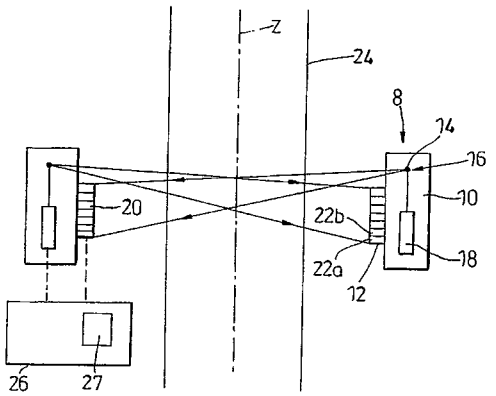
【００３１】
各相の粘度は、その相のフィーチャの形状の変化率を測定することにより測定することもできる。石油のような高粘度の物質の場合、形状の変化率は相対的に遅いのに対して、水のような粘度の低い物質の場合、形状の変化率は相対的に速いであろう。
【００３２】
流れのパターンが複雑である場合、その流れの数学的なモデル化を用いて、種々の相の流れの速さ及び流量を判定することができる。各フラクションの流量、並びにパイプのサイズ、パイプの向き及び温度のような他の変数に基づいて、各フラクションの領域のサイズ、形状及び速度を計算することになるモデルを構築することができる。パイプのサイズ及び温度のような既知の変数がそのモデルに入力される。「最小二乗法」或いは類似の方法を用いて、測定することができる各相の任意の領域のサイズ、及び測定することができる複数の相のうちの任意の相の流速を照合して、種々の流量の場合のモデルを用いて計算されたものに最も適合するものを見つけ、実際の流量を判定する。最良適合過程を繰り返すことにより、生成された結果を平均して、その結果の精度を高めることができる。このモデル化技法は、乱流を、或いは気体の割合が高く、逆流が生じる可能性がある流れをモニタするのに特に適している。
【００３３】
図６を参照すると、本発明の第２の実施形態では、粉末状の物質のベッド１００が、その中に気体１０２を通すことによって流動化される。その気体１０２は化学反応のための触媒としての役割を果たす。第１の実施形態と同じようにして動作するスキャナ１０４が、流動化されたベッド１００の周囲に配置され、流動化された粉末のリアルタイムの断層撮影画像が作成される。これは、制御ユニット１０６を用いて、その流動化をモニタ及び解析し、それが要求どおりに確実に機能しているようにするために用いることができる。
【００３４】
上記の方法は、種々の条件における種々の物質のリアルタイム画像作成のために、すなわちそれらの物質の動きを測定するために用いることができることは理解されよう。たとえば、液体流及び気体流をモニタ或いは測定するのと同様に、上記の方法を用いて、粉末が気体中で搬送される粉末流、及び粉末が液体中で搬送されるスラリー流を測定することができる。上記の方法を用いて、気体が粉末或いは粒状固体の中に通される流動化のような他の過程をモニタして、たとえば化学反応を促進することもでき、また混合過程をモニタして、種々の物質が如何に良好に混合されているかをモニタすることもできる。モニタされる物質に応じて、そのデータから、気泡、液滴又は液体領域、或いは固体粒子のサイズ及び速度、或いは物質の混ざり具合のような種々の他のパラメータを解析することができる。
【図面の簡単な説明】
【００３５】
【図１】本発明の第１の実施形態によるＸ線走査装置の横断面図である。
【図２】図１の装置の縦断面図である。
【図３】図１の装置によって生成される体積のマップの一部を示す図である。
【図４】図１の装置を用いる体積測定の誤差が時間とともに如何に減少するかを示すグラフである。
【図５】図１の装置を用いて流速が如何に判定されるかを示す図である。
【図６】本発明の第２の実施形態による走査装置の概略的な断面図である。
【符号の説明】
【００３６】
８・・・スキャナ、　１０・・・Ｘ線管、　１２・・・センサアレイ、　１４・・・Ｘ線管、　１６・・・ターゲット、　１８・・・電子源、　２０・・・センサ素子、　２２ａ、２２ｂ・・・リング、　２４・・・石油パイプ、　２６・・・制御ユニット、　２７・・・画面、　２８ａ～２８ｄ・・・画像平面、　３０、３２・・・ピクセル、　３４・・・気泡、　４０・・・相体積割合測定値、　１００・

・・ベッド、　１０２・・・気体、　１０４・・・スキャナ、　１０６・・・制御ユニット。

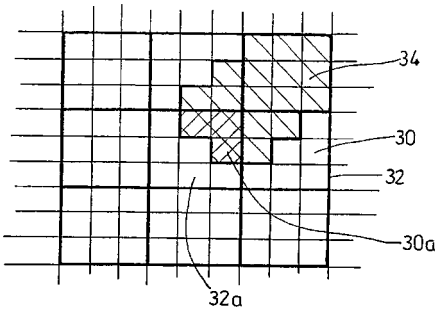
【図１】



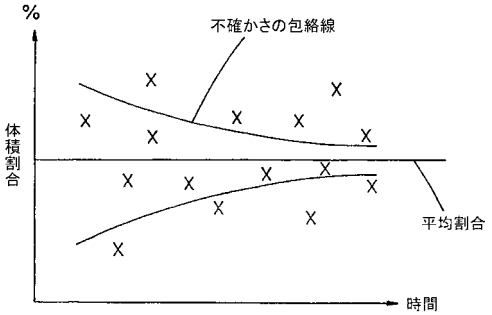
【図２】



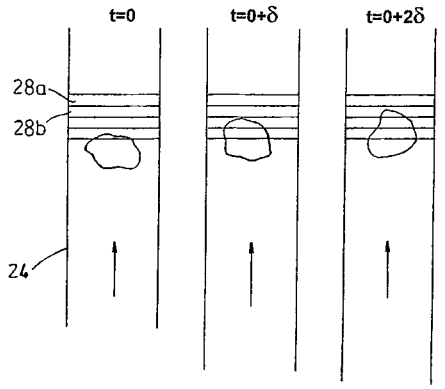
【図３】



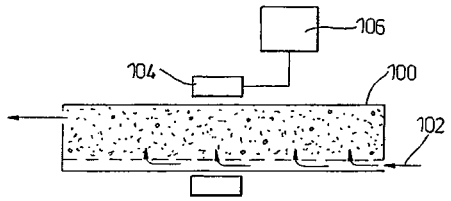
【図４】



【図 5 】



【図 6 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/GB2004/001751

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01F1/74 G01V5/12 E21B21/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01F G01N G01V E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 228 353 A (JOHNSON ET AL) 14 October 1980 (1980-10-14) column 2, line 20 - line 59 column 3, line 59 - line 63 column 4, line 3 - line 44 column 5, line 5 - line 61 column 8, line 1 - column 9, line 38 column 14, line 54 - column 15, line 45 column 16, line 42 - line 46 figures 6,7,10 -/--	1-32

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in 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 document 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	Date of mailing of the international search report
10 March 2005	21/03/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Reto, D

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/GB2004/001751

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99/60387 A (SCHLUMBERGER LIMITED; SCHLUMBERGER CANADA LIMITED; SCHLUMBERGER TECHNO) 25 November 1999 (1999-11-25) page 1, paragraph 3 page 4, paragraphs 2,3 page 7, paragraphs 1,4,5 page 8, paragraph 1 page 9, paragraph 3 page 15 figure 1b	1-32
A	US 4 868 856 A (FRITH ET AL) 19 September 1989 (1989-09-19) column 1, line 12 - line 34 column 4, line 35 - column 5, line 7 column 6, line 51 - line 65; figure 3	1-32

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/GB2004/001751

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)			Publication date
US 4228353	A	14-10-1980	NONE			
WO 9960387	A	25-11-1999	US	6097786	A	01-08-2000
			AU	4083399	A	06-12-1999
			CA	2332376	A1	25-11-1999
			CN	1309768	A	22-08-2001
			EP	1078251	A2	28-02-2001
			NO	20005844	A	12-01-2001
			WO	9960387	A2	25-11-1999
US 4868856	A	19-09-1989	DE	3671294	D1	21-06-1990
			EP	0216526	A1	01-04-1987
			GB	2180065	A ,B	18-03-1987

フロントページの続き

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

(72)発明者 モートン、エドワード、ジェイムス
イギリス、サリー ジーユー１ ２エスエル、ギルフォード、バンダーズ ライズ ３７番地

Ｆターム(参考) 2F035 FA02 FB01 HA03 HB03