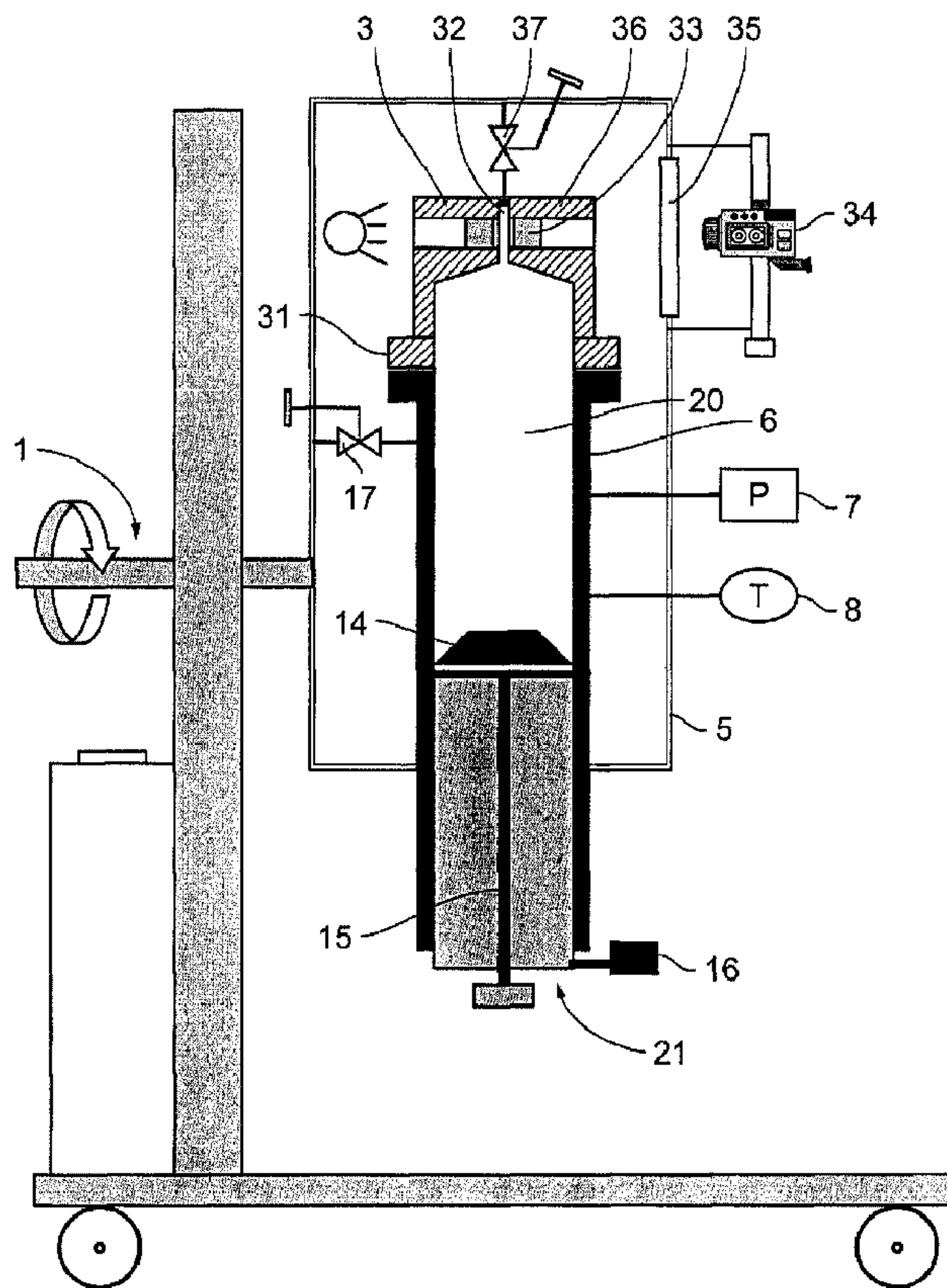




(22) Date de dépôt/Filing Date: 2007/02/14
 (41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2008/06/07
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2014/07/08
 (30) Priorité/Priority: 2006/12/07 (FR06/11.561)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *G01N 25/14* (2006.01),
G01N 33/22 (2006.01), *G01N 33/28* (2006.01)
 (72) Inventeur/Inventor:
LEGRAND, STEPHANE, FR
 (73) Propriétaire/Owner:
VINCI TECHNOLOGIES, FR
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : DISPOSITIF ET METHODE DE MESURES THERMODYNAMIQUES SUR DES FLUIDES PETROLIERS
 (54) Title: DEVICE AND METHOD FOR MEASURING THERMODYNAMICS ON PETROLEUM FLUIDS



(57) Abrégé/Abstract:

Dispositif de mesure de caractéristiques thermodynamiques d'un échantillon de fluide comprenant en combinaison: une cellule haute pression équipée d'un piston motorisé, une étuve entourant la cellule pour faire varier la température de la cellule, des



(57) **Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

moyens de motorisation disposés à l'extérieur de l'étuve, des moyens d'agitation du fluide placé à l'intérieur de la cellule, un bâti de support de ladite étuve et des moyens de basculement dudit bâti de façon à pouvoir renverser la cellule. La cellule comporte: - une tête spécifique pour les mesures sur les gaz à condensats dans laquelle une chambre de forme allongée selon l'axe de la cellule est destinée à recueillir les liquides, et - des moyens de visualisation de la position de l'interface liquide/gaz.

PRECIS DE LA DIVULGATION :

Dispositif de mesure de caractéristiques thermodynamiques d'un échantillon de fluide comprenant en combinaison: une cellule haute pression équipée d'un piston motorisé, une étuve entourant la cellule pour faire varier la température de la cellule, des moyens de motorisation disposés à l'extérieur de l'étuve, des moyens d'agitation du fluide placé à l'intérieur de la cellule, un bâti de support de ladite étuve et des moyens de basculement dudit bâti de façon à pouvoir renverser la cellule. La cellule comporte: - une tête spécifique pour les mesures sur les gaz à condensats dans laquelle une chambre de forme allongée selon l'axe de la cellule est destinée à recueillir les liquides, et - des moyens de visualisation de la position de l'interface liquide/gaz.

5

**DISPOSITIF ET METHODE DE MESURES
THERMODYNAMIQUES SUR DES FLUIDES
PETROLIERS**

La présente invention concerne le domaine des études dites PVT des fluides de gisement pétrolier. En particulier, l'invention concerne un dispositif permettant
10 des mesures optimisées sur des fluides complexes.

Le comportement des fluides contenus dans une roche réservoir est une connaissance nécessaire pour estimer les quantités d'huile et de gaz récupérables, ainsi que pour déterminer les conditions de séparation permettant l'obtention du maximum de produits liquides. Le comportement des mélanges d'hydrocarbures
15 peut être étudié en laboratoire dans des cellules en acier où l'on peut faire varier le volume offert au fluide par l'injection ou le retrait de mercure grâce à une pompe volumétrique à mercure qui lui est reliée. D'autres mécanismes de mise en pression et variation de volume sont utilisés, par exemple à l'aide d'un piston motorisé interne à la cellule. La température de la cellule est contrôlée et des hublots en
20 matière transparente permet de voir la première formation de brouillard (point de

rosée), ainsi que les volumes condensés. L'étude peut se faire à masse constante ou à masse variable.

Les cellules connues actuellement présentent des inconvénients et des limitations, notamment en ce qui concerne le faible volume de fluide testé à cause de la petite taille techniquement possible de la cellule, les moyens de visualisation peu performant, les moyens de mesures liés à la détection de la position de l'interface gaz/liquide, etc...

On connaît le document FR-2856797 qui décrit un dispositif et une méthode de mesure comprenant un système de basculement d'une cellule pour effectuer des
10 mesures sur des liquides ou des gaz à condensat. Cependant, le système de visualisation des interfaces n'est pas optimum, notamment en ce qui concerne l'étude des gaz à condensats.

Ainsi, la présente invention concerne un dispositif de mesure de caractéristiques thermodynamiques d'un échantillon de fluide comprenant en combinaison: une cellule haute pression équipée d'un piston motorisé, une étuve entourant ladite cellule pour faire varier la température de ladite cellule, des moyens de motorisation disposés à l'extérieur de l'étuve, des moyens d'agitation du fluide placé à l'intérieur de la cellule, un bâti de support de ladite étuve et des
20 moyens de basculement dudit bâti de façon à pouvoir renverser la cellule. La cellule comporte: une première tête spécifique pour les mesures sur des gaz à condensats comprenant une chambre de forme allongée selon l'axe de la cellule destinée à recueillir des liquides, et des moyens de visualisation de la position d'une interface liquide/gaz.

La chambre de forme allongée peut avoir des dimensions telles que sa section est environ 2 cm^2 et sa longueur comprise entre 10 et 15 cm.

La cellule peut comporter une autre tête spécifique pour les mesures sur des hydrocarbures liquides.

Les moyens de visualisation de la position de l'interface liquide/gaz peuvent comporter une caméra numérique liée à un logiciel de reconnaissance de l'interface liquide/gaz.

Le logiciel peut commander automatiquement le déplacement de la caméra en fonction du déplacement de l'interface.

10

L'invention concerne également une méthode de mesure des caractéristiques thermodynamiques d'un échantillon de fluide dans le dispositif selon l'invention, comprenant les étapes où :

- on monte la première et la seconde tête spécifique, soit aux gaz, soit aux liquides; et
- on bascule la cellule pour passer à des mesures sur un échantillon d'huile hydrocarbure à des mesures sur un échantillon de gaz à condensats.

On peut mesurer le volume et débits de condensation ou évaporation à partir des données de déplacement de la caméra numérique.

20

La présente invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront plus clairement à la lecture de la description d'un mode de réalisation, nullement limitatif, illustré par les figures ci-après annexées, parmi lesquelles:

- la figure 1 montre schématiquement le dispositif équipé de la configuration "tête huile";
- la figure 2 montre schématiquement le dispositif équipé de la configuration "tête huile";
- la figure 2 montre schématiquement le dispositif équipé de la configuration "tête gaz à condensats".

La figure 1 décrit un dispositif qui comprend une cellule cylindrique en acier inoxydable 6 qui est chauffée, ou refroidie, par une étuve climatique 5 dans laquelle cette cellule est placée. Cette cellule dispose d'un piston motorisé 15 qui permet de mettre sous pression le fluide pétrolier introduit dans l'espace intérieur 20 de la cellule par la vanne d'introduction 17. Le piston se déplace dans la cellule grâce à des moyens de motorisation 16, par exemple un système à vérin, électrique ou hydraulique, dont le contrôle du déplacement peut être suivi avec précision. Les moyens de motorisation comprennent un codeur de position, ce qui permet de mesurer le déplacement et connaître la position du piston, donc le volume du fluide dans la cellule.

10

On note que les moyens mécaniques de motorisation du piston sont hors de l'étuve climatique 5 et placés dans un carter 21 simple, ce qui permet de réduire le volume de la cellule climatique afin d'en diminuer l'inertie thermique et la consommation énergétique.

Un capteur de pression 7 et une sonde de température 8 mesurent respectivement la pression et la température du fluide dans la cellule.

Le fluide est mélangé dans la cellule par des moyens d'agitation comportant un rotor 14 entraîné par un champ magnétique tournant. Ce rotor de forme sensiblement tronconique présente la particularité de créer dans l'espace intérieur de la cellule un volume mort minimum. Des rainures, par exemple formées en creux selon une spirale, sont usinées dans la surface du tronc de cône. Lorsque le rotor est en rotation, un vortex se crée dans le fluide, ce qui permet d'obtenir une agitation efficace.

20

La cellule 6 est fermée dans sa partie supérieure par une tête 30 adaptée aux mesures sur des huiles essentiellement liquides. Cette tête, par exemple assemblée par un système à brides 31 conventionnel, comporte une chambre 32 de faible volume permettant de visualiser l'apparition de gaz à la suite de procédures de test.

5 La visualisation se fait par la surveillance de l'apparition d'une interface huile/gaz à l'aide d'un hublot 33 et d'une caméra 34 positionnée devant une fenêtre 35 dans le carter de l'étuve 5. Un conduit 36 contrôlé par une vanne 37 permet de purger si besoin au niveau de la chambre de visualisation.

Dans cette configuration, les tests se font généralement avec la cellule
10 sensiblement verticale et la tête 30 en haut.

L'ensemble étuve et motorisation du piston est monté sur un bâti qui dispose d'un système 1 de basculement et de retournement, par exemple un volant et un réducteur montés sur un axe du bâti. Ce système permet de changer de mode opératoire. En position normale, la configuration de l'appareil permet de mener un
15 étude PVT sur un échantillon d'huile. Le liquide se trouve dans le bas de la cellule au plus proche de l'espace agité par l'hélice 14 alors que le gaz, étant plus léger que le liquide, se stationne en position haute, et peut être évacué par le conduit 36, si on le désire. L'interface liquide gaz peut être observée par le hublot 33 en cours de l'évacuation du gaz par la vanne de sortie 37. La chambre de recueil est petite et n'a
20 pas d'autre fonction que de permettre la visualisation de l'apparition de bulles de gaz. En position retournée, l'appareil est utilisé pour tester un échantillon de gaz à condensats.

La figure 2 montre cette position, dans laquelle la tête 40 adaptée aux gaz à condensat est en bas de la cellule 6. La tête pour gaz à condensats comporte un

5 système d'assemblage de type bride 41 qui correspond à la bride de la cellule 6. La tête comporte une chambre 42 pour recueillir les condensats obtenus en cours de mesure. Cette chambre peut avoir les dimensions approximatives d'un cylindre de 1 cm de diamètre pour 20 cm à 30 cm de long, ou avoir une section rectangulaire de 2 cm² pour une longueur de 10 à 15 cm, et obtenir un volume compris entre environ 20 et 30 cm³. La forme allongée est choisie telle que le déplacement de l'interface liquide/gaz dans cette chambre peut être observé avec précision pour une faible variation de volume de liquide. Ainsi, la mesure de la variation de volume des condensats sera précise. Par allongée, on comprend que le rapport de la longueur de la chambre sur la largeur moyenne de sa section transversale, est compris entre 4 et 20, pour un volume de chambre compris entre 10 et 30 cm³. Une partie de la paroi de cette chambre est constituée par un matériau transparent 43 de façon à pouvoir visualiser l'interface liquide/gaz. Pour cela, on utilise une caméra numérique 44 qui est placée en face d'une fenêtre aménagée dans la paroi de l'étuve. Un conduit 45 contrôlé par une vanne 46 permet de purger la cellule, et notamment les condensats dans la position selon la figure 2. La caméra numérique est connectée à un ordinateur qui comprend un logiciel de reconnaissance de la ligne d'interface qui commande automatiquement le déplacement de la caméra sur un rail support 47 de façon à suivre la montée ou la descente de la ligne d'interface liquide/gaz. Ces mesures liées directement à la formation des condensats sont très précises, ce qui améliore les calculs de volume et de débits.

Un coffret électrique 2 regroupe un automate qui gère les paramètres entrés/sortis des différents composants et capteurs, ainsi que les commandes des

variateurs de vitesse des motorisations. Un écran clavier 3 permet à l'utilisateur de piloter l'appareil localement.

Le dispositif selon l'invention est dédié à l'analyse du comportement thermodynamique des fluides pétroliers qui peuvent exister sous forme d'huile ou de gaz à condensats. Cette analyse se réalise dans les conditions de pression et de température du gisement où a été prélevé le fluide pétrolier étudié. C'est la raison pour laquelle la cellule HP/HT selon l'invention, dite "cellule PVT", est calculée pour résister à une pression de l'ordre de 1000 bar et une température d'environ 200°C.

Le but de toute expérience PVT est de mesurer les volumes des phases liquide et gazeuse du fluide en fonction de la pression et de la température. Pour ce faire, le fluide est introduit dans la cellule PVT par la vanne 17, chauffé à la température souhaitée grâce à la régulation thermique de l'étuve 5, puis pressurisé par le déplacement contrôlé du piston 15. L'opérateur peut ensuite faire varier les valeurs de consignes de température et de pression, tout en mesurant les volumes de gaz et de liquide du fluide pétrolier, dans ces conditions de pression et de température.

L'équilibre thermodynamique est atteint plus rapidement lorsque le mélange est correctement agité, ce qui est le cas avec les moyens d'agitation selon l'invention qui ne laisse pas de volume mort.

La conception modulaire, à deux têtes dont l'une est spécialisée aux huiles, et l'autre aux gaz à condensats, peut fournir des mesures PVT précises, reproductibles, et à partir d'un volume d'échantillon important, dans la mesure où la conception du dispositif permet d'atteindre des volumes de cellule jusqu'à 1000 cm³.

Les réalisations de l'invention au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définies comme il suit :

1. Dispositif de mesure de caractéristiques thermodynamiques d'un échantillon de fluide comprenant en combinaison : une cellule haute pression équipée d'un piston motorisé, une étuve entourant ladite cellule pour faire varier la température de ladite cellule, des moyens de motorisation disposés à l'extérieur de l'étuve, des moyens d'agitation du fluide placé à l'intérieur de la cellule, un bâti de support de ladite étuve et des moyens de basculement dudit bâti de façon à pouvoir renverser la cellule, caractérisé en ce que ladite cellule comporte : une première tête spécifique pour les mesures sur des gaz à condensats comprenant une chambre de
10 forme allongée selon l'axe de la cellule destinée à recueillir des liquides, et des moyens de visualisation de la position d'une interface liquide/gaz.
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ladite chambre de forme allongée a des dimensions telles que sa section transversale est environ 2 cm^2 et sa longueur comprise entre 10 et 15 cm.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la cellule comporte une seconde tête spécifique pour les mesures sur des hydrocarbures liquides, ladite seconde tête spécifique étant interchangeable avec ladite première tête spécifique pour les mesures sur les gaz à condensats.
- 20 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel lesdits moyens de visualisation de la position de l'interface liquide/gaz comportent une caméra numérique liée à un logiciel de reconnaissance de l'interface liquide/gaz.
5. Dispositif selon la revendication 4, dans lequel ledit logiciel commande automatiquement le déplacement de la caméra en fonction du déplacement de l'interface.

6. Méthode de mesure des caractéristiques thermodynamiques d'un échantillon de fluide dans le dispositif selon la revendication 3 comprenant les étapes où :
- on monte la première et la seconde tête spécifique, soit aux gaz, soit aux liquides; et
 - on bascule la cellule pour passer à des mesures sur un échantillon d'huile hydrocarbure à des mesures sur un échantillon de gaz à condensats.
7. Méthode selon la revendication 6, comprenant en outre l'étape où on mesure le volume et débits de condensation ou évaporation à partir des données de déplacement d'une caméra numérique.
- 10 8. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel une section transversale de ladite chambre est plus petite qu'une section transversale de ladite cellule.

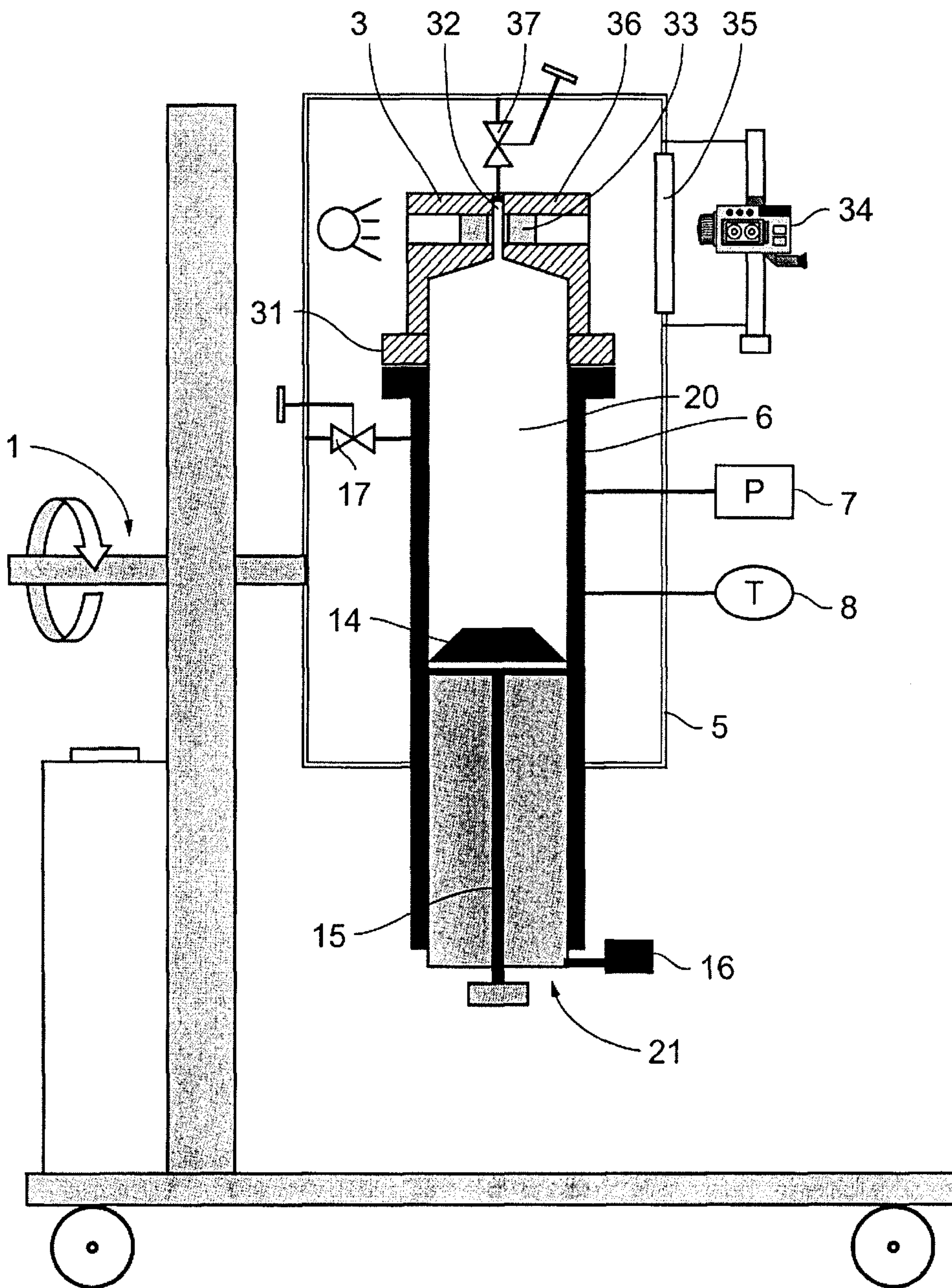


Figure 1

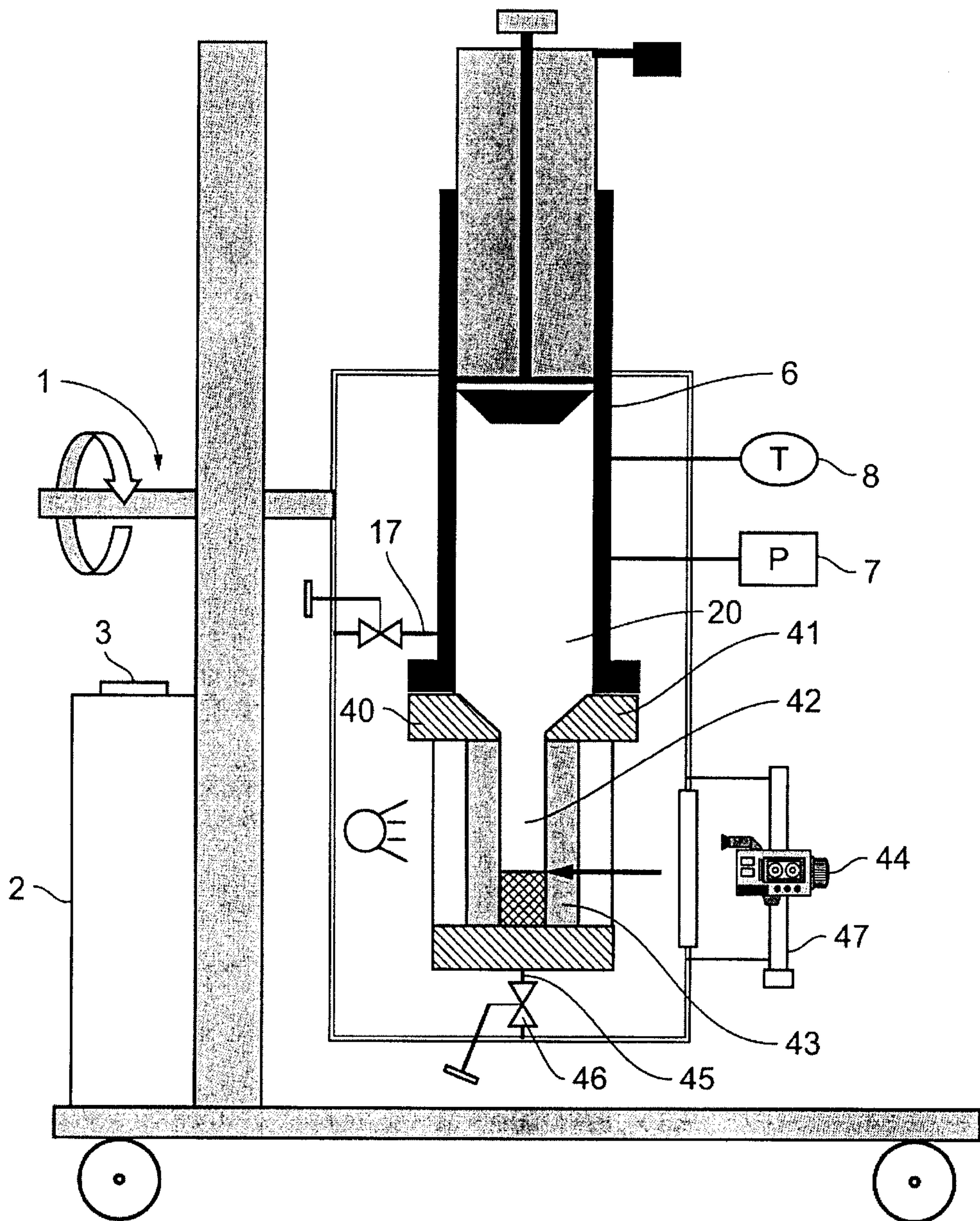


Figure 2

