(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 661 744**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **81 18787**

(51) Int Cl⁵ : G 01 L 13/00; G 01 C 5/04, 9/00

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 06.10.81.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 08.11.91 Bulletin 91/45.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :** *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *Société dite: THOMSON-CSF (Société Anonyme)* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Bertheas Jean.

(73) **Titulaire(s) :**

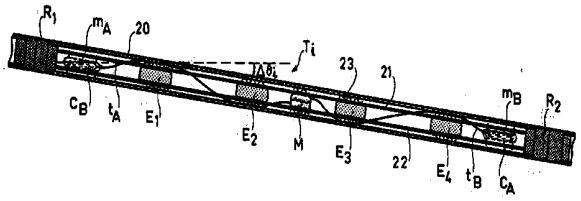
(74) **Mandataire :** Thomson-CSF - M. Guilguet S.C.P.I.

(54) Altimètre différentiel.

(57) Un altimètre différentiel fournissant la différence d'altitude entre deux points.

Une antenne linéaire remorquée ou flûte comprend plusieurs tronçons (T_i). Dans les tronçons sont fixés les capteurs (E_1,E_2, E_3, E_4) et un manomètre différentiel (M) relié par les tubulures (t_A, t_B) à des capsules (C_A, C_B) placé aux extrémités du tronçon (T_i). La pression dans les capsules est en équilibre avec la pression du liquide de remplissage de la flûte. Des moyens de mesure fournissent la valeur de la dénivellation Δh à partir de laquelle peut être calculée l'inclinaison moyenne du tronçon.

Application à la topologie aérienne et sous-marine.



FR 2 661 744 - A1

ALTIMETRE DIFFERENTIEL.

L'objet de la présente invention est un altimètre différentiel fournissant la différence d'altitude entre deux points, la mesure s'effectuant par un manomètre différentiel, fournissant la pression différentielle entre deux colonnes de liquide aboutissant à ces deux points.

Plus particulièrement cette invention s'applique à la détermination de l'inclinaison d'un véhicule sous-marin. Il est connu de mesurer l'angle d'inclinaison ou assiette par des systèmes de mesure de la direction de la verticale. Mais ces moyens de mesure ne s'appliquent qu'à des structures rigides.

Pour des structures souples, telles que les antennes acoustiques linéaires, qui sont remorquées par des bâtiments et utilisées pour l'écoute sous-marine à basse fréquence, il est important de connaître les déformations et les assiettes de la structure sur toute la longueur.

La connaissance de ces paramètres est indispensable pour effectuer des corrections au cours de l'exploitation des signaux acoustiques reçus. Ces antennes linéaires remorquées, appelées "flûtes" ont une enveloppe souple remplie d'un liquide de densité inférieure à celle de l'eau de mer.

La présente invention peut être utilisée également pour toutes mesures de topologie pour déterminer une altitude différentielle.

Brièvement c'est un altimètre différentiel pour deux points, caractérisé par le fait que près de chacun de ces points sont disposés deux capsules à expansion que les deux capsules sont reliées par des tuyaux remplis par un liquide aux orifices d'entrée d'un manomètre différentiel fournissant par un dispositif électronique un signal proportionnel à la différence de pression des deux compartiments du manomètre, cette différence de pression ΔP étant proportionnelle à la différence d'altitude Δh des deux capsules.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui va suivre, illustrée par les figures qui représentent :

figure 1 - un bateau remorquant une antenne acoustique linéaire souple;

figure 2 - un schéma de principe de l'altimètre différentiel;

figure 3 - un tronçon d'antenne acoustique linéaire avec l'implantation de l'altimètre différentiel.

figure 4 et 5 - des variantes de réalisation de l'invention.

La figure 1, représente une antenne acoustique linéaire 1 remorquée par un bateau 2 par un câble 3. Cette antenne se compose de transducteurs et les signaux électriques détectés reçus par ces capteurs sont envoyés par des fils de liaison dans le câble 3 et traités à bord du bateau 2. Des voies angulaires sont ainsi formées par le dispositif de traitement pour localiser des cibles qui émettent des bruits. Si la flûte est déformée il faut mesurer l'assiette dans un certain nombre N de tronçons T_1, T_2,..T_i ..T_N. Les angles tel que $^{\Delta\Theta}_{i}$, sont utilisés pour la connaissance de la qualité de la navigation de la flûte.

La flûte est remplie d'un liquide de densité inférieure à celle de l'eau de mer pour assurer la flottabilité.

La répartition des masses et le remplissage de liquide sont ajustés pour avoir la flottabilité la plus neutre possible. Afin de commander les réglages de flottabilité "in situ" dans l'antenne ou après l'avoir récupérée en surface il est nécessaire de mesurer l'assiette $\Delta\Theta_i$ (ou incidence) de chaque tronçon d'antenne.

La figure 2 donne le principe de mesure de l'angle d'assiette $\Delta\Theta_i$ par la mesure de la différence d'altitude Δh en deux points. Autour de ces deux positions se trouvent deux capsules C_A et C_B fermées par les membranes m_A et m_B. Les capsules C_A et C_B sont reliées par des tuyaux t_A et t_B aux orifices d'entrée 13 et 14 d'un manomètre différentiel M.

Il existe des manomètres différentiels fournissant grâce à l'ensemble électronique 10, une tension de sortie V proportionnelle à la différence de pression ΔP.

Les manomètres peuvent être du type :

- à capteur de déplacement, à capteur à jauges de contraintes ou à oscillateurs variables.

Les tuyaux t_A et t_B sont remplis d'un liquide ℓ de masse volumique ρ_2, tandis que la pression du liquide de remplissage de l'antenne, de masse volumique ρ_1, s'exerce sur l'autre face des membranes m_A et m_B.

La différence de pression ΔP dans le manomètre différentiel M est telle que

$$\Delta P = (\rho_2 - \rho_1)\, g\, \Delta h \qquad (1)$$

g étant l'accélération de la pesanteur .

Le choix du liquide de remplissage dépend de l'amplitude des différences d'altitude à mesurer et de la plage de fonctionnement du manomètre, car les tubulures peuvent être soumises à des pressions internes élevées dans les points bas si $\rho_2 >> \rho_1$.

Les membranes m_A et m_B ont une expansion sans raideur, ce qui permet un équilibrage entre les pressions dans les capsules C_A et C_B avec l'extérieur.

La connaissance de la qualité de navigation de l'antenne par rapport à l'horizontale impose d'effectuer plusieurs mesures le long de l'antenne en disposant plusieurs couples de capsules C_A, C_B adjacents. La grandeur ΔP_i est mesurée dans chaque tronçon T_i.

La figure 3 montre un tronçon T_i avec ces 4 capteurs ou modules électroniques E_1, E_2, E_3 et E_4. Les éléments tels que E_j sont tenus par les câbles porteurs 21 et 22. Des éléments élastiques tels que 23, permettent une liaison simple avec l'enveloppe 20 de la flûte 1.

La mesure de la différence d'altitude Δh_i se fait grâce aux capsules C_A et C_B reliés par les tuyaux t_A et t_B à un manomètre différentiel M. Le tronçon T_i se termine par les raccords d'antenne R_1 et R_2.

Le signal électrique fourni par le manomètre différentiel correspondant à la pression différentielle ΔP_i est utilisé pour le calcul de $\Delta\Theta_i$ par la relation.

$$\Delta\Theta_i = \arcsin\left(\Delta h_i / L_i\right)$$

où Δh_i est obtenu en utilisant la relation (1) et L_i est la distance entre les capsules C_A et C_B.

Les signaux fournissant les valeurs $\Delta\Theta_i$ sont envoyés par des liaisons au bateau.

Le liquide de flottabilité de l'antenne étant choisi généralement parmi les plus faibles densités, le liquide de mesure remplissant les tubulures aura une masse volumique ρ_2 supérieure à la masse volumique ρ_1 du liquide de flottabilité. La masse volumique ρ_o de l'eau de mer environnante n'inter-

vient pas dans la mesure où des précautions sont prises pour que l'enveloppe souple de l'antenne ne s'écrase pas complètement sur elle-même. Tout se passe comme si le dispositif de mesure était plongé dans un bassin rempli du liquide de remplissage.

L'emplacement du manomètre différentiel par rapport à l'une ou l'autre des capsules n'a pas d'influence sur la mesure de la pression. Seule l'apparition de bulles gazeuses dues à une dépression absolue trop forte peut venir perturber la mesure, ce qui peut être évité en plaçant judicieusement le manomètre M.

Si le signe de la dénivellée est connu à priori, cas d'une utilisation en topologie, il suffit de placer le manomètre à l'extrémité inférieure du système et mettre une de ses entrées en communication directe avec l'extérieur (Fig. 4).

Si le signe de la denivellée n'est pas connu a priori on peut soit retarder l'apparition du phénomène en plaçant le manomètre à mi-distance entre les capsules C_A et C_B, soit utiliser deux systèmes tête-bêche de manière à ce que la cavitation n'apparaisse que dans un seul des deux systèmes (Fig. 5). Le système 12.A comprend le manomètre M_A, la capsule $C_A^{(1)}$ et l'électronique de mesure 10.A. On prend des éléments analogues pour le système 12.B.

Les antennes étant remorquées à grande profondeur tous les composants sont soumis à une forte pression hydrostatique qui empêche l'apparition de bulles dans les tubulures. Les tubulures t_A et t_B ne sont soumises qu'aux pressions différentielles engendrées par la différence $\rho_2 - \rho_1$.
Dans un exemple de réalisation suivant l'invention on a :

- liquide 1 : huile de masse volumique ρ_1 : 750 kg/m^3
- liquide 2 dans les tubulures : fluorocarbone de masse volumique :
  ρ_2 = 1300 kg/m^3

Tubulure = tube de "Rilsan" ϕ 3 - ϕ 1

Longueur de la base de mesure : 30 mètres

Plage de mesure d'assiette : $-10° < \Delta\Theta < +10°$

Assiette accidentelle : $\Delta\Theta = 90°$ (antenne verticale)

ΔP en Pascal = Δh en mètres x 5396.

La plage de mesure correspond à $\Delta h < 5,2$ m

soit $\Delta P < 28.108$ Pascal

ou $\Delta P < 0,28$ Bar

En pression accidentelle $\Delta P < 1,6$ Bar

Si on souhaite une erreur inférieure à 1 degré sur l'assiette, l'erreur sur ΔP doit être inférieure à 0,028 Bar, soit 1,8% de la pression accidentelle maximum. Avec un manomètre de classe 0,5%, on obtient une erreur d'assiette inférieure à 0,6°, c'est à dire une erreur sur Δh de 0,3 mètre.

Si l'antenne linéaire a un mouvement ondulatoire par rapport à l'horizontale les tubulures vont se comporter comme des filtres passe-bas de fréquence de coupure d'autant plus basses que leur diamètre intérieur sera plus petit. On mesurera donc l'assiette intégrée temporellement.

Le dispositif décrit est un exemple d'utilisation de l'invention, il est évident que l'invention peut être utilisée également dans toutes mesures de topologie.

REVENDICATIONS

1. Dispositf de mesure de pression différentielle dans un fluide de masse volumique ρ_1, caractérisé par le fait qu'il comprend au moins deux parois formant avec une tubulure (t_B) un volume fermé, rempli par un liquide de masse volumique ρ_2, avec $\rho_2 > \rho_1$; l'une au moins des parois étant dépourvue de rigidité et que le dispositif comprend en outre un moyen de mesure différentielle de pression (M), en contact avec le liquide de masse spécifique ρ_2.

2. Altimètre différentiel pour deux points dans le milieu fluide de masse volumique ρ_1, suivant la revendication 1 caractérisé par le fait que le moyen de mesure de pression est un manomètre différentiel (M), se trouvant près du premier point et qu'un des compartiments du manomètre différentiel (M) est en communication avec le milieu fluide et que le second compartiment est relié par une tubulure remplie du liquide de masse volumique ρ_2 à une capsule à expansion (C_B), ayant une paroi sans rigidité, et que le manomètre différentiel fournit par un dispositif électronique un signal (V), proportionnel à la différence de pression ΔP règnant en ces deux points et à la différence Δh de ces deux points.

3. Altimètre différentiel, pour deux points dans un fluide de masse volumique ρ_1, suivant la revendication 1, caractérisé par le fait, qu'il comprend deux capsules à expansion (C_A, C_B) disposés près des deux points et reliés par des tubulures (t_A, t_B) remplies par le liquide de masse volumique ρ_2 aux orifices (13,14) d'un manomètre différentiel (M), qui fournit par un dispositif électronique (10), un signal (V) proportionnel à la différence d'altitude Δh de ces deux points.

4. Altimètre différentiel suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que les capsules (C_A, C_B) se trouvent en deux points d'un véhicule et que des moyens permettent à partir de la distance des deux points L et de la différence d'altitude de déterminer l'angle d'inclinaison $\Delta\Theta$ ou assiette du véhicule.

5. Altimètre de mesure d'assiette dans un véhicule, suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que le véhicule (1) est une antenne

acoustique linéaire, ou flûte remorquée par un bateau (2), que la flûte (1) comprend N tronçons (T_1, T_2 ..T_i, ..T_N) que dans chaque tronçon tel que T_i, se trouve un dispositif de mesure d'assiette $\Delta\Theta_i$ formé par les deux capsules à expansion (C_A, C_B) et le manomètre différentiel (M) ; et que les tubulures (t_A, t_B) joignant les capsules (C_A, C_B) au manomètre (M) sont des tubes souples, et que les signaux de mesure de $\Delta\Theta_i$ sont envoyés vers une unité de traitement sur le bateau (2).

6. Altimètre suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que près de chacun des points sont disposés un manomètre et une capsule à expansion (M_A, $C^{(1)}_A$) (M_B, $C^{(1)}_B$) et que chacun des manomètres (M_A, M_B) situé autour d'un point est relié à la capsule d'expansion ($C^{(1)}_A$), $C^{(1)}_B$) situé près de l'autre point, par des tubulures remplis du liquide de masse volumique ρ_2.

FIG.1

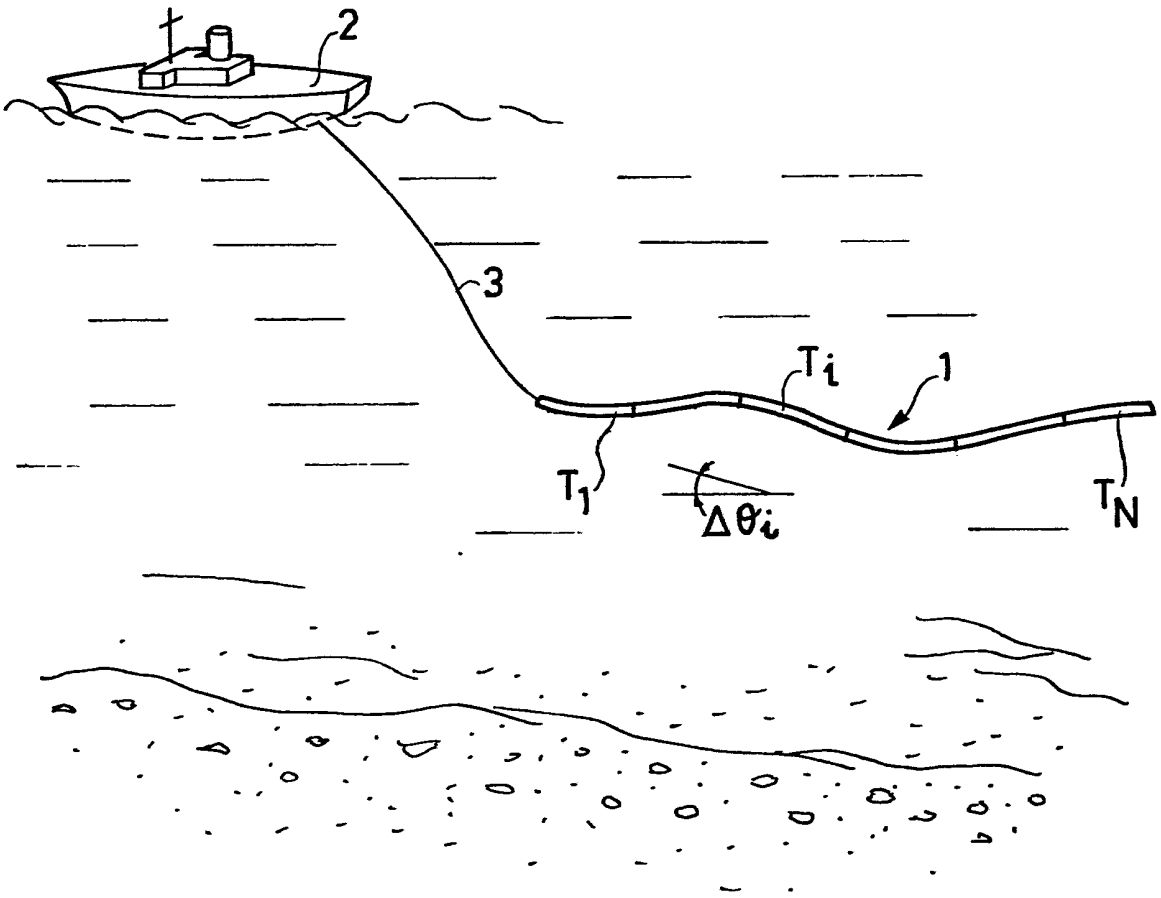
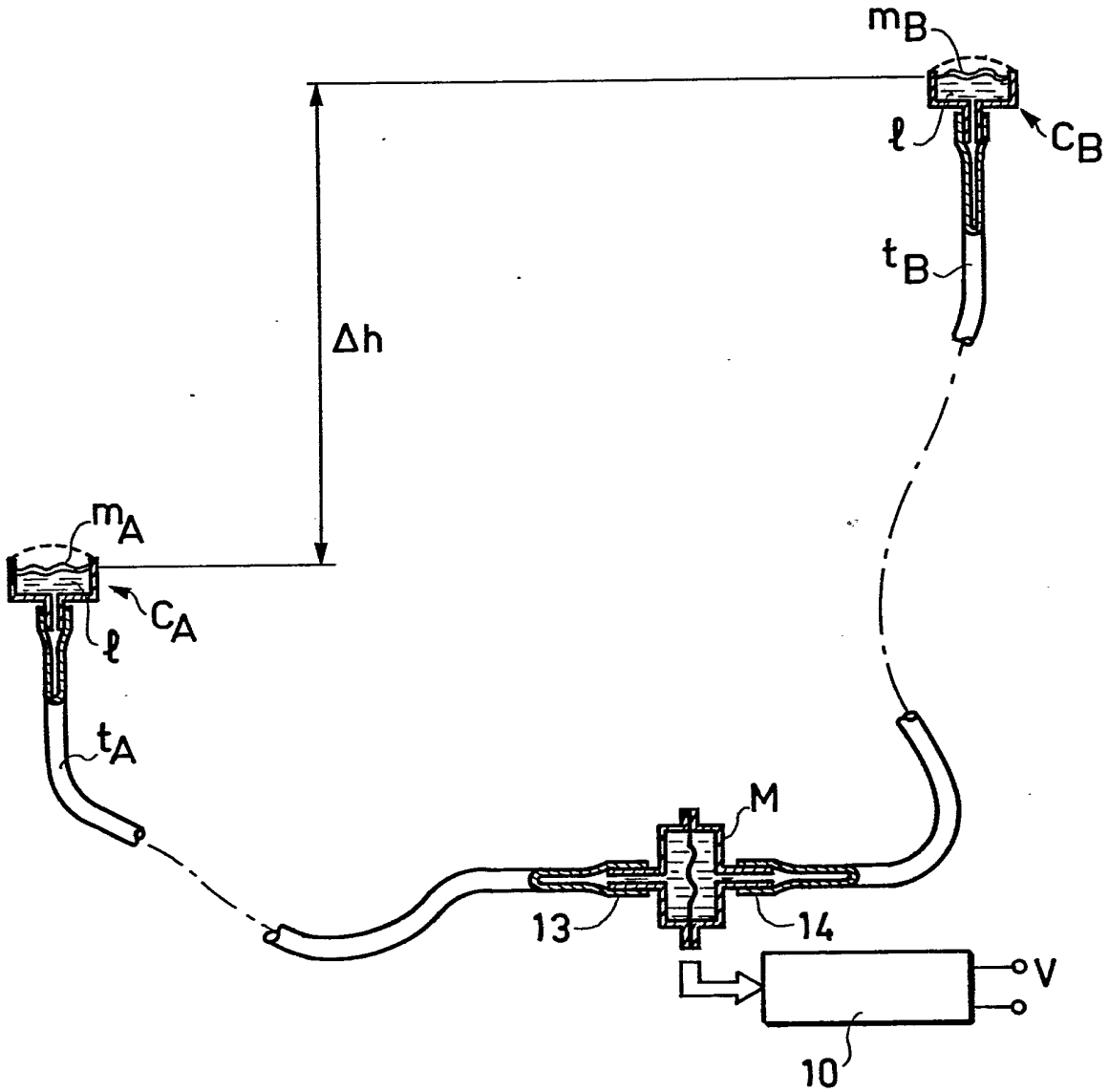


FIG. 2



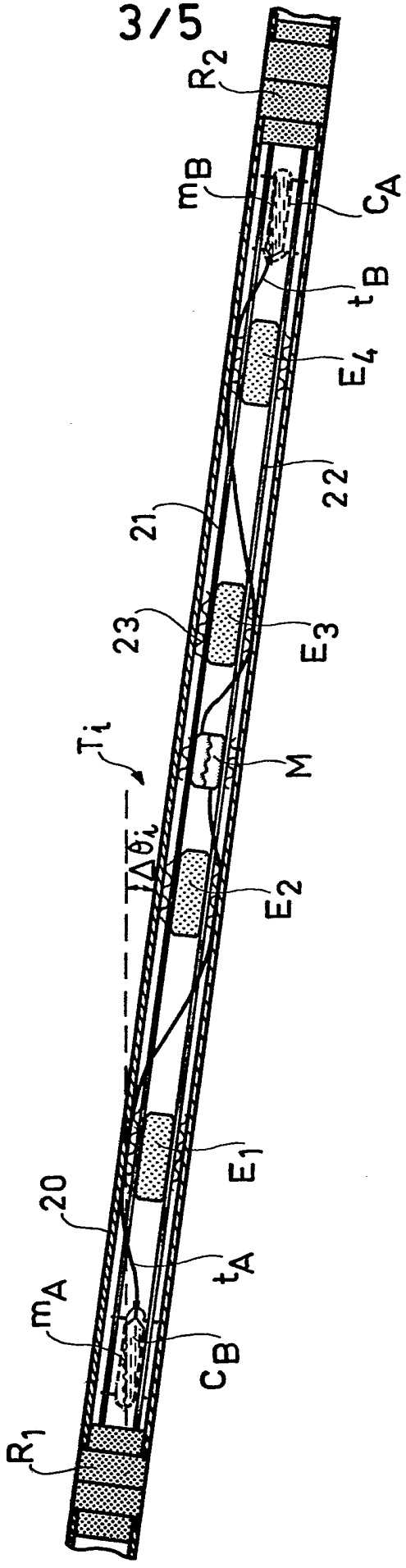


FIG.3

FIG. 4

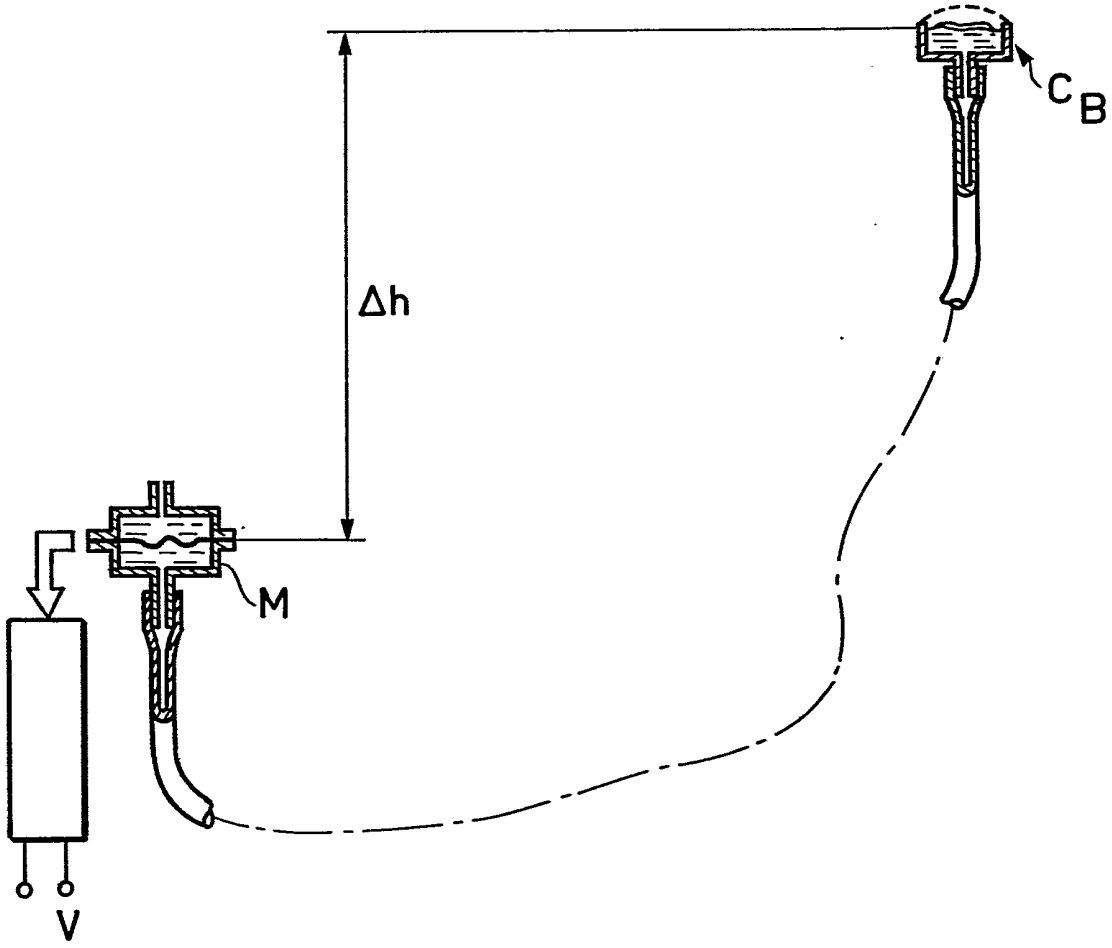


FIG. 5

