(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 564 500**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 07888**

(51) Int Cl⁴ : E 02 D 3/00, 19/10.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 21 mai 1984.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 47 du 22 novembre 1985.

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

(71) Demandeur(s) : *Société dite : INTRAFOR-COFOR, société anonyme.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Jean Marie Cognon et Daniel Perpezat.

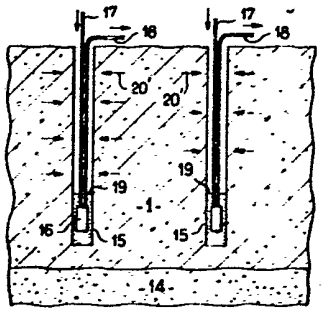
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : François Lerner.

(54) Procédé de consolidation d'un sol mou à faible perméabilité et dispositif pour sa mise en œuvre.

(57) L'invention se rapporte à la consolidation des terrains.

Selon l'invention, on effectue dans le sol 1 un réseau serré de drains creux 15 de faible diamètre et l'on équipe chaque puits vers sa base d'une pompe 16 commandée en intermittence de la surface, par exemple au moyen d'air comprimé 17 pour refouler par un conduit 18 en surface l'eau recueillie au fond des drains. L'invention s'applique notamment à la consolidation de couches argileuses épaisses.



FR 2 564 500 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

L'invention se rapporte à la consolidation des sols mous à faible perméabilité, imprégnés d'eau, et en particulier à la consolidation d'un sol argileux de forte épaisseur.

Les sols mous, imprégnés d'eau, sont, généralement en l'état, impropres à recevoir des constructions, à moins que celles-ci soient faites sur des pieux battus ou enfoncés jusqu'à une roche sous-jacente dure, ou que les terrains aient été consolidés.

La technique des pieux battus devient d'un prix rapidement prohibitif si l'épaisseur de la couche de terrain mou est importante. Dans ce cas on a plutôt recours à une technique de consolidation des terrains, consolidation qui passe essentiellement par l'élimination d'une grande quantité d'eau contenue dans ces couches. Etant donné que les argiles sont très peu perméables, l'élimination de l'eau est très difficile, et en pratique très longue.

Parmi les diverses techniques de consolidation connues de tels terrains, on citera notamment les suivantes.

1° - La technique du remblai

Selon cette technique, et comme illustré à la figure 1 annexée, on dépose sur la couche de terrain à traiter, par exemple une couche 1 d'argile molle d'une vingtaine de mètres d'épaisseur reposant sur une couche 2 de terrain sous-jacente, une couche 3 de remblai, par exemple des cailloux, chargeant le site à construire.

Le remblai apporte sur le sol une contrainte en général supérieure à celle de la construction projetée. La présence du remblai provoque un tassement de l'argile obligeant l'eau contenue dans la couche 1 à s'échapper selon un trajet de cheminement général indiqué par les flèches 4.

Au bout d'un temps très long, dépassant habituellement plusieurs années, on obtient une certaine consolidation du terrain ; le remblai peut être retiré et le terrain peut être construit.

Une telle technique est coûteuse du fait des opérations de chargement et de déchargement du terrain, et très longue à mettre en oeuvre, nécessitant couramment une dizaine d'années pour obtenir des résultats satisfaisants.

2° - La technique du remblai et du drainage

Il est possible d'améliorer quelque peu la technique de chargement par un remblai, comme décrit précédemment, en mettant en place dans la couche argileuse 1 un réseau de drains verticaux 5, comme illustré à la figure 2. Ces drains peuvent être constitués par exemple par des forages de petit diamètre remplis de sable et selon un maillage assez serré, par exemple de 1 à 4 mètres.

Après quoi la couche 1 est chargée par le remblai 3 comme précédemment.

L'eau à expulser, au lieu d'avoir à remonter en surface en traversant toute l'épaisseur, par exemple une vingtaine de mètres, de la couche d'argile peu perméable 1, va vers le drain 5 le plus proche, de sorte que dans un maillage serré le chemin de cheminement de l'eau comme indiqué par les flèches 6 est court dans l'argile. Par suite, la vitesse de consolidation du terrain est très notablement accrue.

En pratique on utilise des drains en sable cylindriques circulaires de 20 à 40 cm de diamètre, ou encore des drains plats en plastique ou carton de 4mm sur 100mm environ.

3° - Technique du pompage

Lorsque, comme illustré à la figure 3, la couche d'argile 1 à consolider est située par-dessus une couche 7 poreuse à bonne perméabilité, c'est-à-dire "drainable", une autre technique consiste à forer de distance en distance des puits 8 débouchant dans la couche drainante 7 et au fond desquels on immerge une pompe électrique 9 permettant de remonter au sol par un conduit 10 l'eau qui s'est infiltrée à la base des puits.

Dans ces conditions, les particules d'eau "descendent" vers la couche drainante 7 et s'infiltrent également vers les puits comme illustré par les flèches 11. On arrive ainsi à consoliderla couche 1, et l'usage d'un remblai n'est plus né-

cessaire car peu à peu le terrain se tasse sous l'effet de son poids propre

Evidemment des drains supplémentaires peuvent être formés dans la couche 1 jusqu'à la couche 7 comme suggéré en 12 de façon à accélérer l'effet de drainage de l'eau vers la couche profonde 7.

Ce procédé n'est cependant en pratique applicable que s'il existe sous la couche à faible perméabilité d'argile 1 à traiter une couche drainante 7, et si cette couche drainante n'est pas elle-même en communication avec une nappe phréatique rendant en pratique le pompage inefficace et ne permettant pas un abaissement suffisamment sensible du niveau 13 d'eau dans les puits 8.

L'invention a pour objet un nouveau procédé de consolidation d'un sol mou, à faible perméabilité, imprégné d'eau, en particulier compprtant des couches argileuses, procédé du type utilisant un réseau maillé de drains verticaux permettant d'obtenir une consolidation très rapide des terrains sans utilisation d'un remblai.

Le procédé de l'invention se caractérise en ce qu'on effectue dans le sol un réseau serré de drains creux ou puits à parois perméables de faible diamètre s'arrêtant avant de pénêtrer dans une sous-couche perméable, et l'on équipe chaque puits vers sa base d'une pompe pouvant être commandée de la surface pour refouler en haut des puits l'eau s'étant accumulée à la base. Avantageusement on commande les pompes par intermittence lorsque de l'eau a pu s'accumuler à la base des drains.

Ce procédé allie les avantages des deux dernières techniques précédemment mentionnées, en augmentant l'efficacité de ces techniques et en évitant la difficulté de la dernière technique liée à l'exigence de conditions de structuration particulière des terrains. Du fait que le réseau maillé est dense, le trajet de cheminement de l'eau pour atteindre les drains est court. Le fait que chaque drain soit équipé à sa base d'une pompe permet d'utiliser efficacement toute la hauteur du drain pour abaisser le niveau de

l'eau dans les terrains et accélérer la mise en charge des terrains sous l'effet de leur propre poids.

L'invention vise en outre un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé se caractérisant en ce qu'il comprend, pour équiper chaque puits, une pompe comprenant essentiellement :

- un corps cylindrique de diamètre sensiblement équivalent à celui des puits,
- un clapet d'entrée d'eau monté sur ledit corps permettant l'entrée d'eau en surpression dans le corps,
- un conduit souple d'air comprimé relié audit corps et à une station de compression au sol,
- une chambre d'accumulation d'eau, formée dans ledit corps, laquelle chambre est reliée à travers un clapet anti-retour à un conduit souple d'évacuation d'eau remontant à travers le puits jusqu'à la surface.

Avec une telle conception des pompes de drainage, il apparaît que chaque pompe peut être miniaturisée et en outre construite à un très fable coût unitaire, tandis que la commande de chaque pompe est extrêmement fiable et ne requiert, pour une mise en oeuvre efficace, qu'une commande cyclique de très faible durée des diverses pompes successivement, de sorte que la consommation d'énergie du procédé restera faible.

L'invention et sa mise en oeuvre apparaîtront plus clairement à l'aide de la description qui va suivre faite en référence aux dessins annexés dans lesquels, outre les figures 1, 2 et 3 précédemment décrites relatives à l'art antérieur :

- la figure 4 montre schématiquement le procédé de l'invention ;
- la figure 5 montre en coupe verticale à plus grande échelle une pompe pouvant équiper chaque drain ;
- les figures 6 et 7 sont des vues en coupe transversale faites sensiblement selon les plans VI et VII de la figure 5 ;
- les figures 8, 9 et 10 sont des vues en coupe partielle faites selon les plans respectifs VIII/VIII

de la figure 6, IX/IX de la figure 7 et X/X de la figure 6.

Se reportant tout d'abord à la figure 4, on aperçoit en 1 la couche de terrain à consolider, par exemple une couche épaisse d'une vingtaine de mètres d'argile molle. Dans l'exemple illustré, cette couche repose sur une sous-couche 14 de type quelconque, par exemple une couche drainante.

Conformément à l'invention, on fonce dans le terrain et met en place un réseau maillé serré de drains 15 constitués par exemple par des gaines poreuses en plastique, tubes crépinés, c'est-à-dire perforés, ou autres. Ces drains 15 forment des puits ayant un diamètre avantageusement compris entre 50 et 150mm et s'arrêtent à une certaine distance au-dessus de la couche 14 drainante qu'ils ne doivent pas atteindre. Le maillage du réseau peut respecter une distance entre tubes, par exemple de 1 à 4 mètres. Plus le maillage est dense, plus rapide pourra être la consolidation.

A l'intérieur de chaque puits 15, on descend une pompe 16, dont la construction sera décrite plus en détail en relation avec les figures 5 à 10. Chaque pompe est essentiellement reliée à la surface à un conduit souple 17 d'amenée d'air comprimé et à un conduit souple 18 d'évacuation de l'eau recueillie à la base des puits comme indiqué en 19. Le trajet de cheminement de l'eau se fait évidemment essentiellement selon les flèches 20', l'eau gagnant les drains les plus voisins.

Faisant référence aux figures 5 à 10, on décrira une construction particulièrement adaptée de la pompe 16.

Celle-ci comprend essentiellement un corps cylindrique 20 de diamètre légèrement inférieur à celui des puits 15, permettant la descente libre de la pompe au fond des puits.

Le corps 20 est fermé à chaque extrémité par un flasque respectivement 21,22. Le flasque supérieur 21 comprend deux filetages 23,24 pour le raccordement au conduit 17 d'arrivée d'air sous pression et au conduit 18 de refoulement d'eau vers la surface. Le flasque 21 est équipé d'autre part,comme il apparaît plus clairement à la figure 8, d'une entrée 25

d'eau fermée par une bille 26 maintenue légèrement contre son siège par un ressort 27.

L'orifice 24 de raccordement au conduit 18 d'évacuation d'eau est relié à l'intérieur du corps 20 par un conduit 28 débouchant à l'autre extrémité du corps dans un alésage 29 formé dans le flasque 22 et communiquant par un perçage 30 avec le fond 31 de la chambre d'accumulation 32 d'eau à l'intérieur du corps 20 de la pompe.

En outre, dans l'alésage 29 est formé un clapet anti-retour, par exemple à bille 33 pressée sur son siège par une ressort 34.

Le flasque 21 est maintenu en place sur le corps 2 par deux vis 35 se vissant dans des trous filetés 36 du corps (voir figures 6 et 10) et de même le flasque 22 est maintenu par deux vis 37 se vissant dans des trous filetés 38 du corps 20.

Le fonctionnement et la commande de l'installation sont les suivants.

Lorsqu'il n'y a pas de compression dans le conduit d'air 17, l'eau drainée dans le puits 15 et remplissant la base de ces puits jusqu'au niveau 19, la pompe 16 est entièrement immergée dans l'eau. L'eau pénêtre sous l'effet de son propre poids par l'orifice 25 repoussant la bille 26 à l'encontre du ressort 27 très faiblement taré. Dans ces conditions, l'eau remplit peu à peu la chambre 32.

Lorsqu'on envoie de l'air sous pression dans le conduit 17, celui-ci chasse devant lui l'eau contenue dans la chambre 32 qui est donc éjectée à travers le passage 30, le clapet anti-retour 33, le conduit de liaison 28 et le conduit souple 18 remontant l'eau vers la surface. Lorsqu'un instant plus tard on relache la pression d'air dans le conduit 17, le clapet 33 se referme empêchant le retour d'eau dans la chambre 32 par le conduit 18, la pompe étant prête pour un nouveau cycle de remplissage.

Si désiré, on peut équiper la pompe d'un moyen automatique pour arrêter la circulation d'air comprimé lorsque le corps de la pompe est vidé de son eau. Ce moyen peut être constitué par exemple par un flotteur tel que figuré en 39

de densité inférieure à celle de l'eau et qui sera plaqué contre le fond 31 de la pompe lorsque sous l'effet d'une pression d'air toute l'eau aura été chassée du corps 32. De cette façon on économisera ainsi les quantités d'air comprimé utilisées.

Il suffira donc en surface de prévoir un moyen simple pour commander cycliquement en compression les différents conduits 17 d'air comprimé alimentant les diverses pompes équipant les différents puits 15 du site.

Bien entendu, diverses variantes peuvent être apportées au mode singulier de réalisation illustré et décrit. C'est ainsi par exemple que le clapet à bille 26 et ressort 27 d'admission d'eau dans la chambre 32 pourrait être remplacé par un simple clapet à membrane monté sous le flasque 21. La membrane est repoussée par l'eau qui s'infiltre et remplit la chambre 32. Par contre, dès la mise en pression par l'air comprimé de la chambre 32, la membrane est plaquée contre son siège et permet le fonctionnement du système.

REVENDICATIONS

1. Procédé de consolidation d'un sol mou à faible perméabilité, imprégné d'eau, en particulier comportant des couches argileuses, du type utilisant un réseau maillé de drains verticaux, caractérisé en ce qu'on effectue dans le sol (1) un réseau serré de drains creux ou puits à parois perméables (15) de faible diamètre s'arrêtant avant de pénétrer dans une sous couche perméable (14) et l'on équipe chaque puits vers sa base d'une pompe (16) pouvant être commandée de la surface pour refouler en haut des puits l'eau s'étant accumulée à la base.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'on commande les pompes par intermittence lorsque de l'eau a pu s'accumuler à la base des drains.

3. Procédé selon la revendication 1 de la revendication 2, caractérisé en ce qu'on réalise des drains circulaires d'un diamètre compris entre 50 et 150mm.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on réalise un réseau maillé avec un maillage allant de 1 à 4m.

5. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend pour équiper chaque puits une pompe (16) comprenant essentiellement :

- un corps cylindrique (20) de diamètre sensiblement équivalent à celui des puits (15),
- un clapet d'entrée d'eau (25, 26, 27) monté sur ledit corps permettant l'entrée d'eau en surpression dans le corps,
- un conduit souple d'air comprimé (17) relié audit corps et une station de compression au sol,
- une chambre d'accumulation (32) d'eau formée dans ledit corps, laquelle chambre est reliée à travers un clapet anti-retour (33, 34) à un conduit souple d'évacuation d'eau (18) remontant à travers le puits jusqu'à la surface.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en

ce qu'il comprend des moyens pour commander cycliquement en compression les conduits d'air comprimé (7) et relâcher cette pression dans les différentes pompes (16) d'un chantier.

7. Dispositif selon la revendication 5 ou la revendication 6, caractérisé en ce que la pompe comprend des moyens d'arrêt de la circulation d'air comprimé lorsque le corps de la pompe est vidé de son eau.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdits moyens consistent en un flotteur (39) qui interrompt la circulation d'air lorsque la chambre (32) est sensiblement vide d'eau.

FIG_1

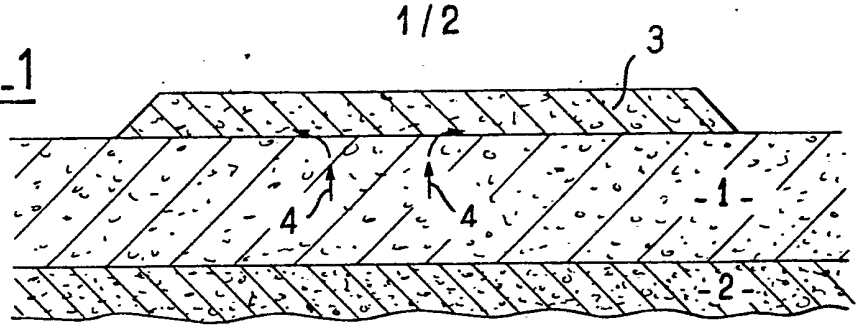


FIG_2

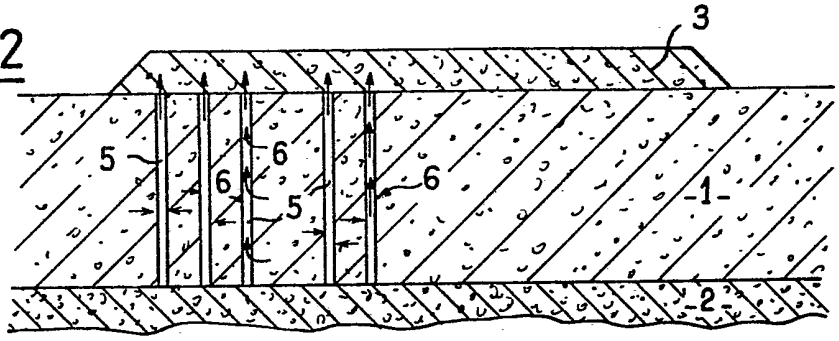


FIG_3

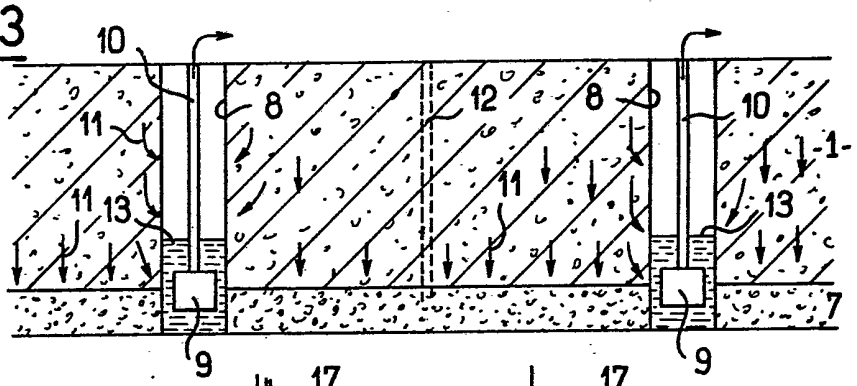
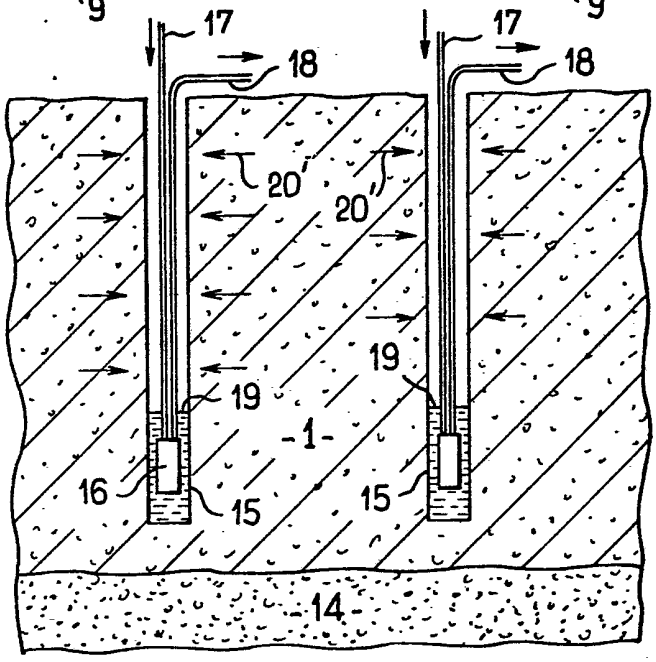


FIG_4



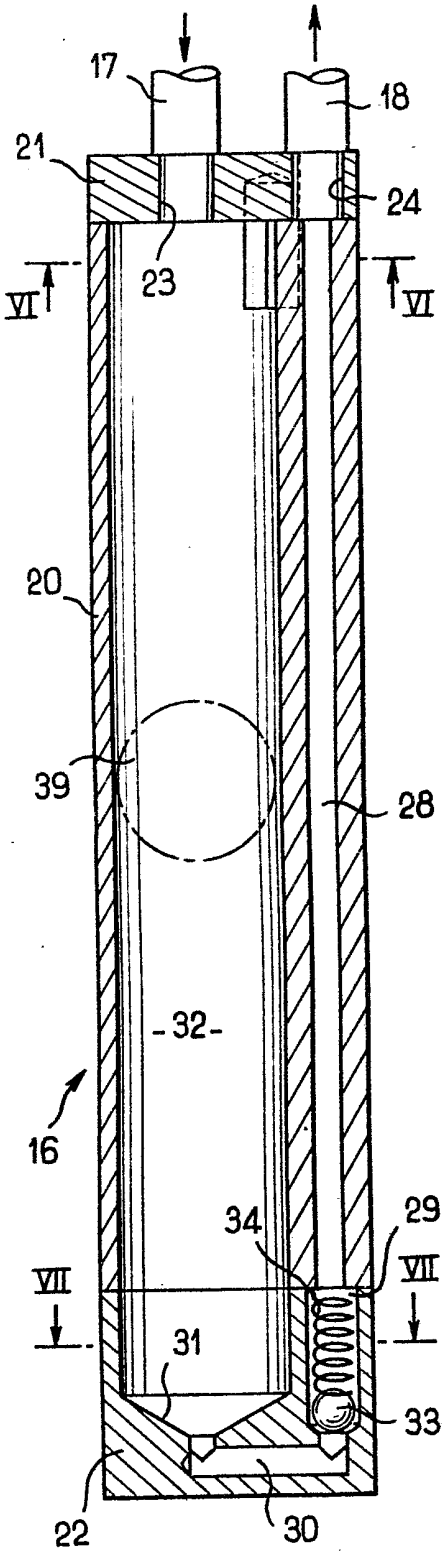


FIG_5

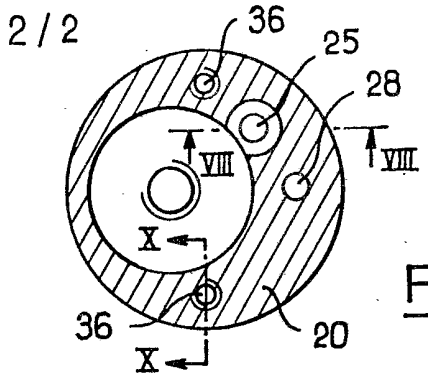


FIG_6

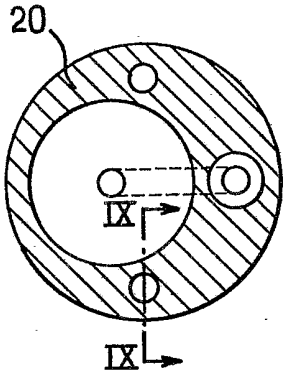


FIG_7

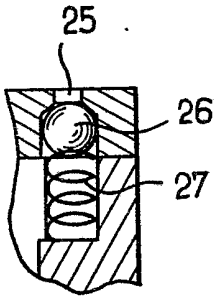


FIG_8

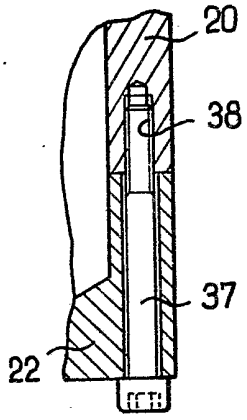


FIG_9

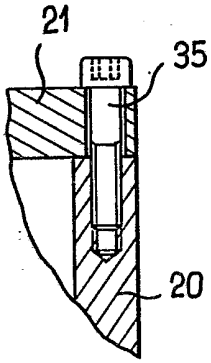


FIG_10