

EXAMEN EUROPEEN DE QUALIFICATION 2009

EPREUVE A ELECTRICITE / MECANIQUE

Cette épreuve contient :

- * Lettre du client 2009/A(EM)/f/1-8
- * Dessins du client 2009/A(EM)/f/9-14

Lettre du client

Cher M. Nedland,

[001] Mon nom est Pierre Aronnax. Je suis professeur de biologie marine et un amateur enthousiaste de plongée sous-marine. J'ai inventé une soupape pour un tuba.

[002] Bien souvent, une barrière de corail époustouflante amène le plongeur muni d'un tuba à descendre plus profondément sous l'eau. Lorsque l'extrémité libre d'un tuba conventionnel s'immerge, c'est-à-dire plonge complètement en dessous de la surface de l'eau, son tube de respiration se remplit d'eau. Lorsqu'il refait surface, le plongeur doit éjecter l'eau du tube de respiration en soufflant dans ce dernier avant de pouvoir de nouveau inspirer par le tuba. Il existe sur le marché différentes soupapes pour tuba qui empêchent que de l'eau pénètre dans le tube de respiration. Ces soupapes pour tuba ferment automatiquement l'extrémité libre du tuba lorsque ce dernier s'immerge.

[003] La soupape pour tuba la plus connue est commercialisée par Nemo Tubes Ltd. sous le nom de "Nautilus". La figure 1 montre un tuba équipé d'une soupape Nautilus. Les figures 2A à 2C représentent une soupape Nautilus en utilisation.

[004] Le tuba 1 possède un tube de respiration 2 en forme de J avec un embout buccal 3 à l'une de ses extrémités. À l'autre extrémité du tube de respiration 2, une portion de tube 5 d'une soupape pour tuba 4 en forme de champignon est fixée de manière amovible. De façon alternative, la portion de tube 5 peut être formée en une pièce avec le tube de respiration 2.

[005] La portion de tube 5 débouche dans une pièce d'extrémité 6 hémisphérique. Comme cela est visible aux figures 1 et 2A, plusieurs ouvertures 8 sont aménagées dans la surface plane 7 de la pièce d'extrémité 6. De l'air peut circuler à travers ces ouvertures 8 vers l'embout buccal 3 via la pièce d'extrémité 6, la portion de tube 5 et le tube de respiration 2.

[006] Un flotteur 9 comprend un corps creux annulaire 10 en plastique qui entoure la portion de tube 5, de sorte que le flotteur peut monter et descendre le long de la portion de tube. La figure 2A montre une butée 11 montée sur la portion de tube 5 de la soupape pour tuba 4 afin de limiter le mouvement du flotteur 9 dans la direction opposée à celle de la pièce d'extrémité 6. Un joint d'étanchéité 12 est disposé dans la partie supérieure du corps creux annulaire 10 faisant face à la pièce d'extrémité 6.

[007] Pendant que le plongeur nage à la surface, la soupape pour tuba 4 dépasse au-dessus de la surface de l'eau, comme cela est représenté à la figure 2A. La force de pesanteur G agissant sur le flotteur 9 maintient ce dernier en position de repos, dans laquelle le flotteur repose sur la butée 11. L'espace libre entre la pièce d'extrémité 6 et le flotteur 9 assure que de l'air peut circuler à travers les ouvertures 8 dans la portion de tube 5, comme indiqué par la flèche pointillée à la figure 2A.

[008] Parfois, la soupape pour tuba s'immerge, comme cela est représenté à la figure 2B. Selon le principe d'Archimède, un corps plongé dans l'eau subit une force verticale ascendante appelée poussée. La poussée correspond au poids de l'eau déplacée par le corps immergé. Étant donné que la force de pesanteur G agissant sur le flotteur 9 creux de la soupape Nautilus est beaucoup plus faible que la poussée B agissant sur le flotteur sous l'eau, la force R résultant de B et G pousse aussitôt le flotteur vers le haut jusqu'à ce que ce dernier fasse contact avec la surface plane 7 de la pièce d'extrémité 6. Dans cette position représentée à la figure 2B, le joint d'étanchéité 12 est pressé contre la surface plane 7 de sorte que les ouvertures 8 sont fermées. De l'eau ne peut pas pénétrer dans la portion de tube 5.

[009] En termes généraux, la soupape pour tuba 4 comprend un élément obturateur de soupape qui prend la forme du flotteur 9 et des orifices de soupape qui prennent la forme des ouvertures 8. L'élément obturateur de soupape peut se déplacer entre une position ouverte dans laquelle les orifices de soupape sont ouverts et une position fermée dans laquelle les orifices de soupape sont fermés par l'élément obturateur de soupape.

[010] Durant mes années d'expérience en tant qu'explorateur sous-marin, j'ai remarqué que la soupape Nautilus ne fonctionne correctement sous l'eau que tant qu'elle reste dans la position debout représentée à la figure 2B. Cela exige du plongeur qu'il ne tourne pas trop la tête. Si le plongeur ne maintient pas la soupape pour tuba dans la position debout sous l'eau, la soupape pour tuba peut s'ouvrir et de l'eau peut pénétrer.

[011] Une telle situation est représentée à la figure 2C. Comme la poussée B agissant sur le flotteur 9 est largement supérieure à la force de pesanteur G, le flotteur s'éloigne de la surface plane 7 de la pièce d'extrémité 6 sous l'effet de la force R résultant de B et G. Dès que le joint d'étanchéité 12 n'est plus en contact avec la surface plane 7, de l'eau peut s'écouler à travers les ouvertures 8 dans la pièce d'extrémité 6.

[012] C'est pour cela que j'ai développé il y a deux ans une soupape pour tuba du type représenté aux figures 3A à 3D qui reste fermée dans toutes les positions immergées. Des soupapes pour tuba de ce type ont été vendues sous le nom de "MagDiver".

[013] Pour obtenir ma soupape MagDiver, j'ai modifié une soupape Nautilus en plaçant des aimants permanents 13 dans la pièce d'extrémité 6 à proximité des ouvertures 8. Une feuille annulaire 14 en métal ferromagnétique a été disposée dans le flotteur 9 autour du joint d'étanchéité 12.

[014] Plus le flotteur 9 est proche de la surface plane 7, plus la force magnétique F agissant sur le flotteur est élevée. Pendant que le plongeur nage à la surface, en raison de la distance entre le flotteur 9 et la surface plane 7, la force magnétique F est plus faible que la force de pesanteur G agissant sur le flotteur de sorte que la soupape pour tuba reste ouverte, comme représenté à la figure 3A.

[015] La figure 3B représente la situation dans laquelle le tuba est immergé et la soupape pour tuba est fermée. Lorsque le flotteur 9 est en position fermée, la force de maintien F appliquée par les aimants 13 surpasse la force R résultant de la force de pesanteur G et de la poussée B qui agissent sur le flotteur. Ainsi, le flotteur 9 est maintenu en position fermée, même quand la soupape pour tuba est orientée à l'envers, comme représenté à la figure 3C.

[016] Cependant, je réalisai un peu plus tard que quelque chose devait être modifié afin de remédier au principal inconvénient de ma soupape MagDiver: comme la force de maintien F appliquée par les aimants dans la position fermée du flotteur 9 est supérieure à la force de pesanteur G agissant sur le flotteur, ce dernier reste en position fermée lorsque le plongeur refait surface, comme cela est visible à la figure 3D. Pour ouvrir de nouveau la soupape pour tuba, le plongeur doit retirer le flotteur 9 de la pièce d'extrémité 6 avec la main.

[017] Pour éviter cet inconvénient, dans un premier temps, mon fidèle assistant Conseil aborda le problème empiriquement en expérimentant avec différents jeux d'aimants permanents. Malheureusement, il réalisa rapidement que le seul ajustement minutieux de la force de maintien F appliquée par les aimants ne servait à rien. Soit les aimants étaient trop forts et la soupape pour tuba ne s'ouvrait pas lorsqu'elle refaisait surface – comme cela est le cas avec la soupape MagDiver –, soit ils étaient trop faibles et la soupape pour tuba s'ouvrait sous l'eau, de façon similaire à la soupape Nautilus. Peu importait de combien il augmentait ou diminuait la force des aimants, il ne réussit jamais à obtenir une soupape pour tuba remplissant les deux conditions, à savoir qui reste fermée dans toutes les positions sous l'eau et qui s'ouvre automatiquement lorsqu'elle refait surface. Cependant, Conseil publia tous les détails de ces soupapes pour tuba et de ses expériences dans le magazine de plongée en vogue "Scubaduba" il y a un an.

[018] Plus tard, lorsque j'analysais moi-même le problème en détail, je fus frappé par le fait qu'en plus de la force de maintien F appliquée par les aimants, également la force de pesanteur G et la poussée B qui agissent sur l'élément obturateur de soupape devaient être modifiées de façon à ce que la soupape pour tuba fonctionne comme souhaité. Pour cela, la masse et le volume de l'élément obturateur de soupape peuvent être adaptés, par exemple en modifiant sa structure, son matériau ou ses dimensions.

[019] Comme premier exemple de mon invention, j'ai développé une soupape pour tuba telle que représentée aux figures 4A à 4D. Cette soupape pour tuba 4 diffère structurellement de la soupape MagDiver des figures 3A à 3D en ce que le corps creux annulaire 10 de l'élément obturateur de soupape 9 est rempli de caoutchouc. De façon alternative, la masse de l'élément obturateur de soupape peut être adaptée en remplissant le corps creux annulaire avec un matériau autre que du caoutchouc ou un liquide adéquat, tel que de l'eau. À la place, l'élément obturateur de soupape pourrait aussi être un corps plein en un seul matériau. L'élément obturateur de soupape pourrait même être un corps creux en un matériau lourd, tel que de l'acier inoxydable.

[020] Lorsque le plongeur descend plus profondément dans l'eau et que la soupape pour tuba 4 s'immerge, comme représenté à la figure 4B, la force de pesanteur G agissant sur l'élément obturateur de soupape 9 compense à peu près la poussée B agissant sur l'élément obturateur de soupape, de sorte que seulement une faible force R résulte de B et G. Comme avec la soupape MagDiver, une fois que la soupape pour tuba est fermée, l'élément obturateur de soupape 9 est toujours maintenu en position fermée par la force de maintien F appliquée par les aimants 13. Les aimants 13 agissent ainsi comme des moyens de maintien. Il en est ainsi même lorsque la soupape pour tuba est orientée à l'envers, comme représenté à la figure 4C.

[021] Du diagramme des forces de la figure 4C, il s'ensuit que la soupape pour tuba 4 reste fermée si la force de maintien F appliquée par les aimants 13 surpasse la force R résultant de B et G qui dépendent respectivement du volume et de la masse de l'élément obturateur de soupape 9. Il en est également ainsi si la structure de l'élément obturateur de soupape est telle que la force de pesanteur G agissant sur ce dernier diffère substantiellement de la poussée B.

[022] Contrairement à la soupape MagDiver, au moment où la soupape pour tuba 4 refait surface, comme représenté à la figure 4D, la force de pesanteur G surpasse la force de maintien F agissant sur l'élément obturateur de soupape 9 en position fermée, de sorte que ce dernier se déplace vers la position ouverte, comme indiqué par les lignes pointillées.

[023] J'ai remarqué que la soupape pour tuba ne s'ouvre parfois pas lorsqu'elle refait surface dans une position autre que la position debout de la figure 4D. Cependant, la soupape pour tuba s'ouvre toujours dans au moins une position, à savoir la position debout.

[024] Dans la suite, je vais décrire d'autres exemples de mon invention qui fonctionnent aussi selon les principes de base expliqués ci-dessus.

[025] Un de ces exemples est représenté à la figure 5. Cette soupape pour tuba 4 diffère de celle des figures 4A à 4D en ce que les moyens de maintien sont des ressorts plutôt que des aimants.

[026] Des ressorts 15 s'étendent à travers certains des orifices de soupape 8 et sont fixés par une de leurs extrémités à la surface intérieure hémisphérique 16 de la pièce d'extrémité 6 et par l'autre extrémité à l'élément obturateur de soupape 9. Les ressorts 15 sont des ressorts de traction. Cela signifie que les ressorts 15 "essaient" toujours de tirer l'élément obturateur de soupape 9 vers la surface plane 7 de la pièce d'extrémité 6 afin de fermer les orifices de soupape 8. Comme les ressorts 15 limitent le mouvement vers le bas de l'élément obturateur de soupape 9 lorsque la soupape pour tuba est hors de l'eau, une butée n'est pas nécessaire dans cet exemple.

[027] Comme aux figures 4B et 4C du premier exemple de mon invention, lorsque la soupape pour tuba 4 est immergée, la force de maintien appliquée par les ressorts 15 doit surpasser la force résultant de la poussée et de la force de pesanteur afin d'assurer que la soupape pour tuba reste fermée dans toutes les positions. Lorsque la soupape pour tuba refait surface, la force de pesanteur surpasse la force de maintien des ressorts 15 agissant sur l'élément obturateur de soupape 9 en position fermée et étire les ressorts. Il en résulte que l'élément obturateur de soupape 9 ouvre automatiquement les orifices de soupape 8 et se déplace vers la position de repos représentée à la figure 5.

[028] Un autre exemple de mon invention est montré aux figures 6A à 6C. Cet exemple représente un développement de l'exemple de la figure 5. Contrairement à ce dernier, un corps annulaire 110 et une pièce d'extrémité hémisphérique 106 sont en une pièce constituant un élément obturateur de soupape 109. Dans la soupape pour tuba 104 en forme de champignon de cet exemple, l'élément obturateur de soupape 109 entier comprenant la pièce d'extrémité hémisphérique 106 est ainsi positionné autour d'une portion de tube 105 de sorte qu'il peut monter et descendre le long de cette dernière.

[029] Quatre canaux axiaux 117 sont prévus entre le corps annulaire 110 et la portion de tube 105 pour le passage de l'air. Deux de ces canaux 117 sont visibles à la figure 6A. Les autres canaux sont représentés à la figure 6B qui montre une section transversale de la soupape pour tuba le long de la ligne A-A de la figure 6A. Les canaux 117 consistent en des évidements axiaux dans la surface intérieure 118 du corps annulaire 110 faisant face à la portion de tube 105.

[030] Un collier annulaire 111 dépasse de l'extrémité de la portion de tube 105 dans la pièce d'extrémité hémisphérique 106. L'orifice de soupape 108 est le passage entre le collier 111 et le corps annulaire 110 de l'élément obturateur de soupape 109. Un joint d'étanchéité 112 est disposé dans la partie supérieure du corps annulaire 110 faisant face au collier 111.

[031] Un ressort 115 est fixé par une de ses extrémités à la surface intérieure hémisphérique 116 de l'élément obturateur de soupape 109 et par l'autre extrémité à la portion de tube 105. À la différence de l'exemple de la figure 5, le ressort 115 est un ressort de compression. Cela signifie que le ressort 115 "essaie" toujours de pousser la surface intérieure hémisphérique 116 de l'élément obturateur de soupape 109 pour l'éloigner du collier 111 et de déplacer le corps annulaire 110 de l'élément obturateur de soupape vers le collier, afin de fermer l'orifice de soupape 108. La position fermée de l'élément obturateur de soupape 109 est représentée à la figure 6C.

[032] Lorsque la soupape pour tuba n'est pas immergée, comme représenté à la figure 6A, le ressort 115 est comprimé sous l'effet de la force de pesanteur agissant sur l'élément obturateur de soupape 109. Il s'ensuit que le corps annulaire 110 est distant du collier 111 et de l'air peut circuler à travers les canaux 117 et l'orifice de soupape 108 jusque dans la portion de tube 105, comme indiqué par la flèche pointillée.

[033] Lors de l'immersion, le ressort de compression 115 s'étire et presse le corps annulaire 110 de l'élément obturateur de soupape 109 contre le collier 111. La force de maintien appliquée par le ressort 115 surpasse la force résultant de la force de pesanteur et de la poussée qui agissent sur l'élément obturateur de soupape 109 et maintient ce dernier en position fermée représentée à la figure 6C.

[034] Au moment de refaire surface, la force de pesanteur surpasse la force de maintien du ressort 115 agissant sur l'élément obturateur de soupape 109 en position fermée et tire ce dernier vers le bas le long de la portion de tube 105. Il en résulte que le ressort 115 est de nouveau comprimé et l'élément obturateur de soupape 109 se déplace vers la position ouverte représentée à la figure 6A.

[035] Pour assurer que la soupape pour tuba s'ouvre et se ferme comme souhaité, le ressort ainsi que la masse et le volume de l'élément obturateur de soupape doivent être configurés de façon à ce que les conditions relatives aux forces et décrites ci-dessus soient satisfaites.

[036] J'espère que les informations ci-dessus s'avéreront utiles afin de rédiger une demande de brevet européen couvrant tous les exemples de ma soupape pour tuba.

Cordialement,

Prof. Pierre Aronnax

Dessins du client

Nautilus

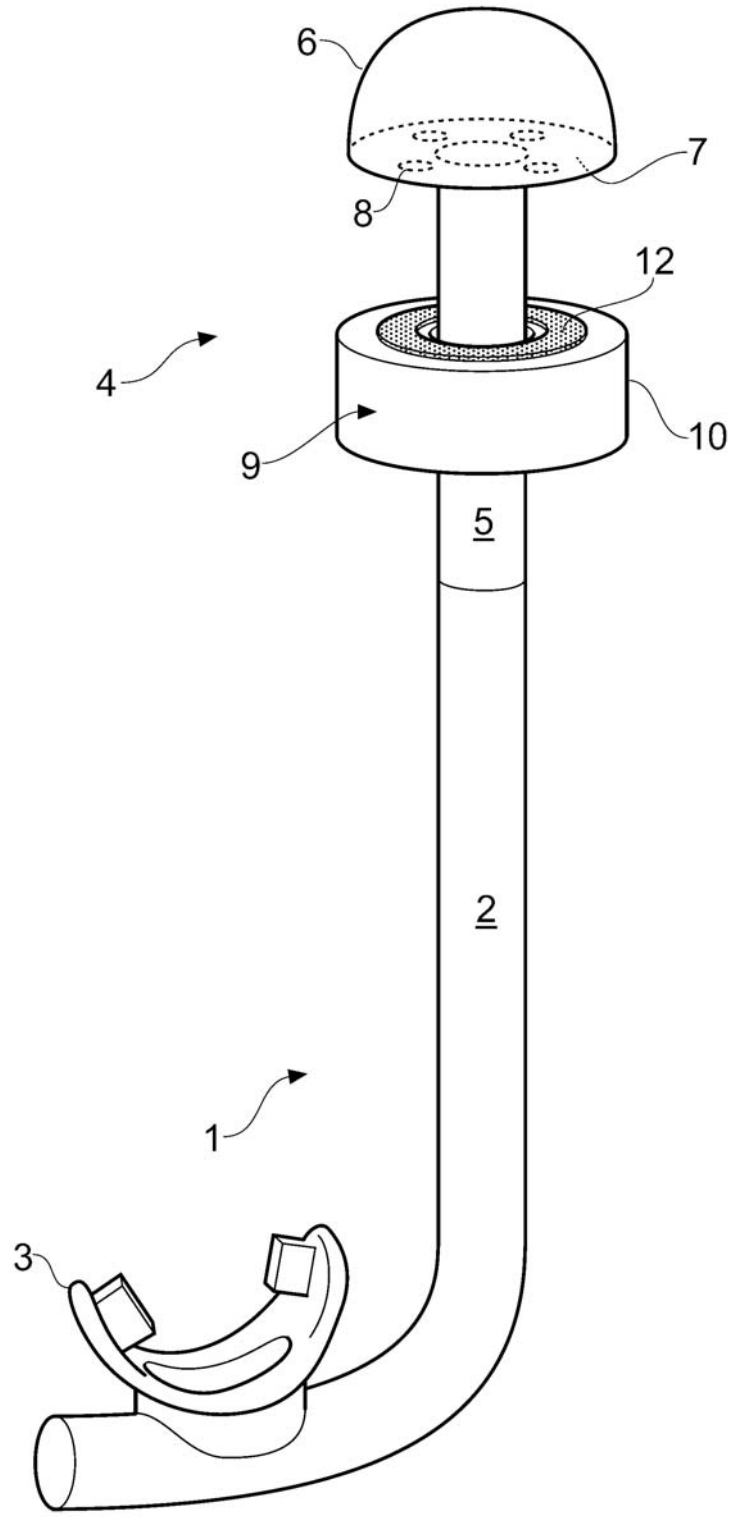


FIG. 1

Nautilus

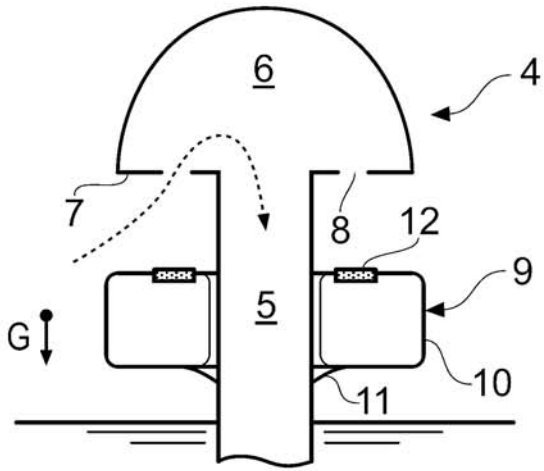


FIG. 2A

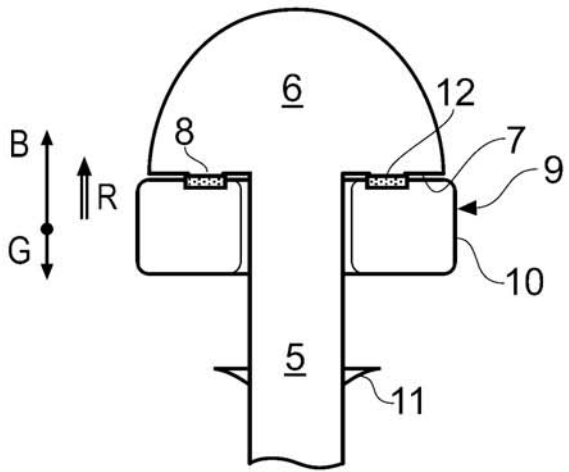


FIG. 2B

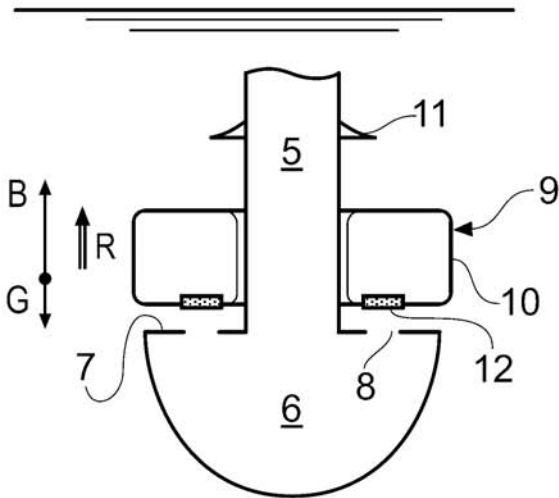


FIG. 2C

MagDiver

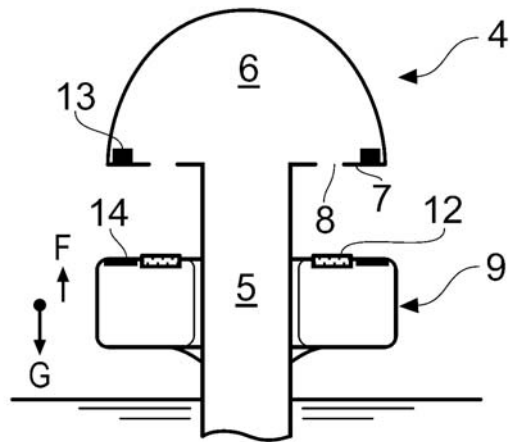


FIG. 3A

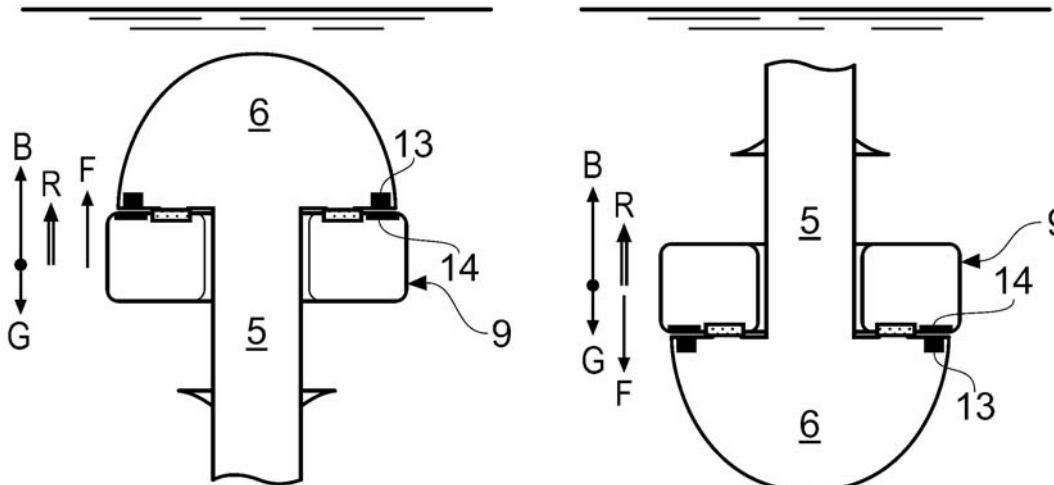


FIG. 3B

FIG. 3C

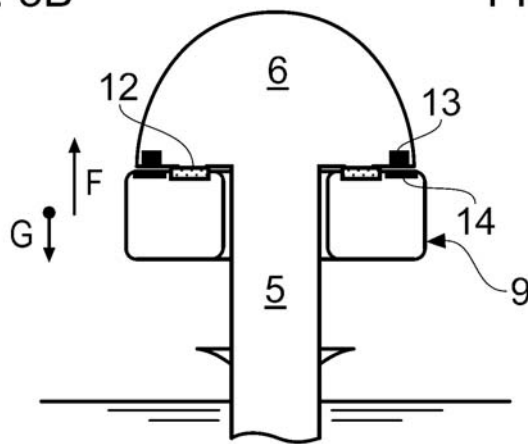


FIG. 3D

Mon Invention

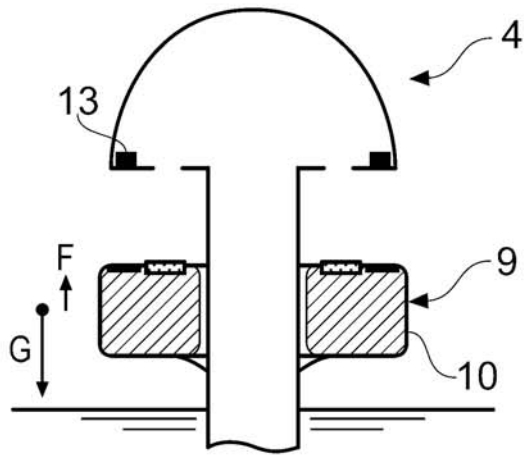


FIG. 4A

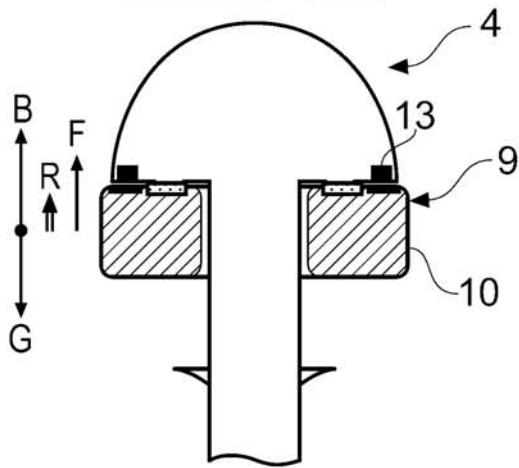


FIG. 4B

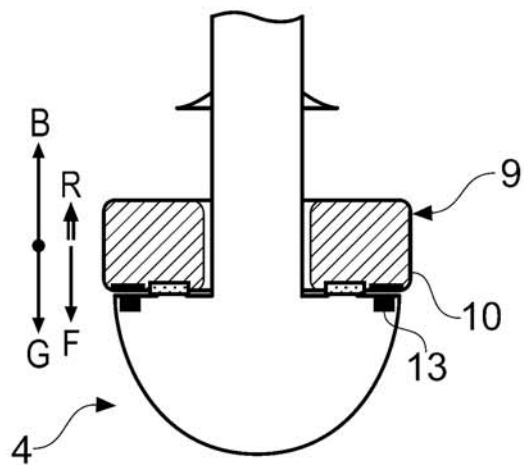


FIG. 4C

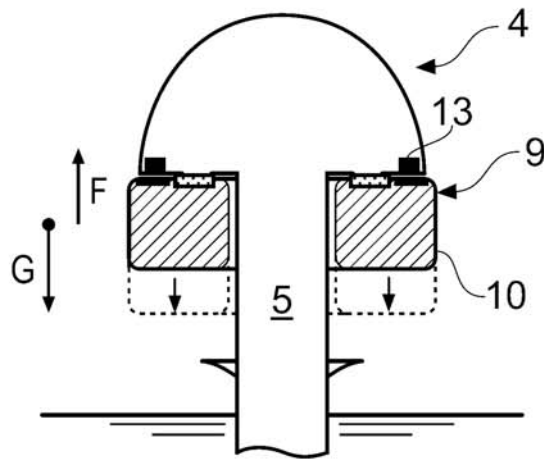


FIG. 4D

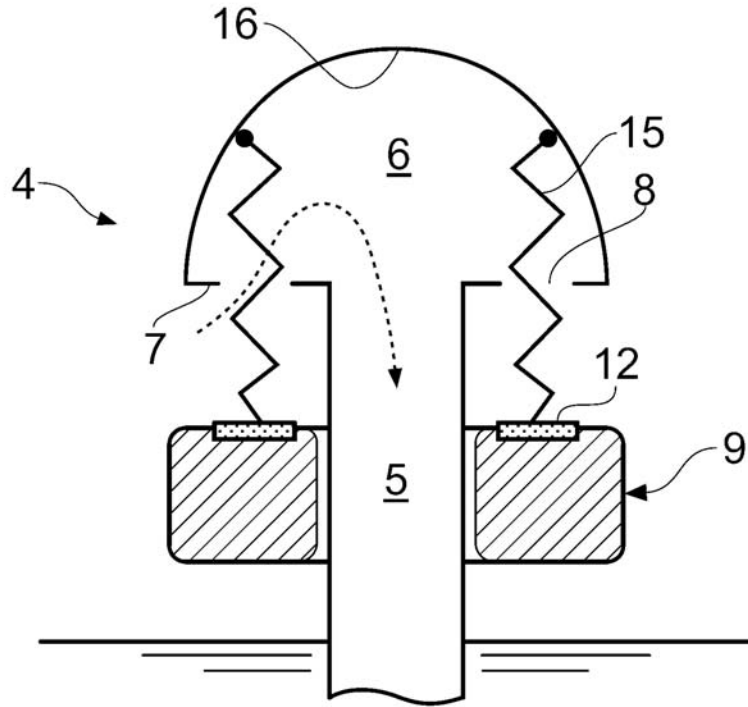


FIG. 5

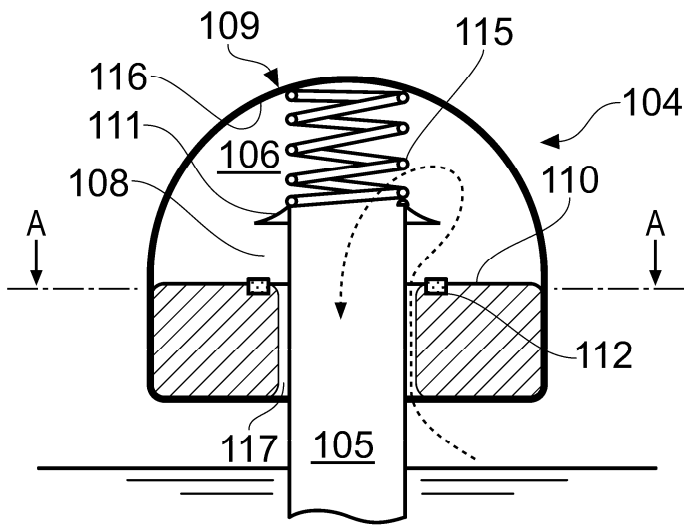


FIG. 6A

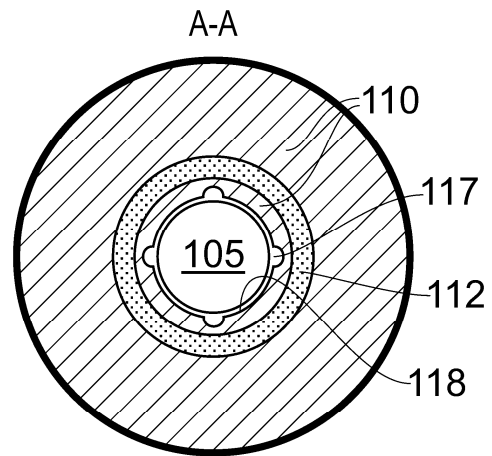


FIG. 6B

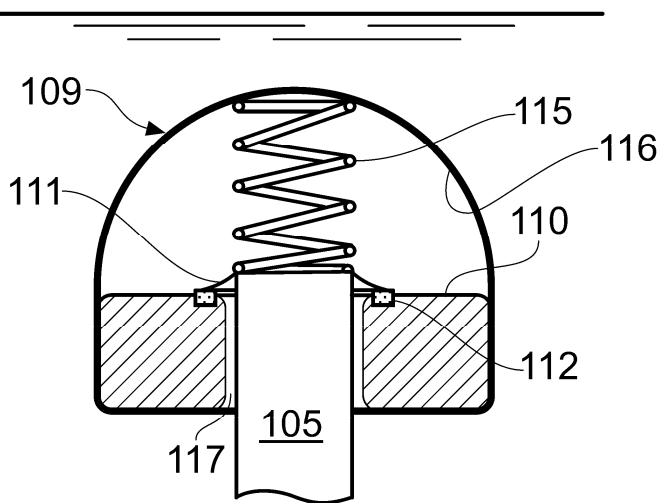


FIG. 6C