

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 22878

(54) Appareil transducteur sensible à la pression, notamment pour appareil détecteur de la mise à feu d'un canon à air comprimé.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 L 23/10; F 15 B 5/00; G 01 V 1/133, 1/26.

(22) Date de dépôt..... 24 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 24 octobre 1979, n° 087 659.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 18 du 30-4-1981.

(71) Déposant : Société dite : BOLT ASSOCIATES, INC., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Augustus Henry Fiske Jr.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Appareil transducteur sensible à la pression, notamment pour appareil détecteur de la mise à feu d'un canon à air comprimé.

L'invention concerne un appareil transducteur sensible
5 à la pression, notamment un appareil détecteur de la mise à feu d'un canon à air comprimé et un système pour surveiller la mise à feu de ce canon, lequel est utilisé pour créer de l'énergie sismique dans un milieu, l'appareil considéré permettant de déterminer l'instant réel de mise à feu.

10 Au cours des études sismiques, on utilise des canons à air comprimé pour créer des impulsions d'énergie sismique, afin d'analyser les conditions géologiques sous la surface du sol et les formations géologiques. On charge à cette fin un ou plusieurs canons à air comprimé, à l'aide d'un gaz
15 sous pression, généralement de l'air, cet air étant emmagasiné temporairement dans ces canons. A l'instant souhaité pour le "tir", les canons à air comprimé sont "mis à feu", et le gaz sous pression est brusquement relâché dans le milieu environnant. On forme de cette manière des impulsions d'énergie sismique susceptibles de pénétrer profondément dans les couches géologiques, ces impulsions étant réfléchies et réfractées par ces diverses couches et formations. Les impulsions réfléchies et réfractées sont détectées et enregistrées pour obtenir une information concernant les conditions et formations géologiques.
25

Pour un grand nombre d'applications du domaine de la prospection sismique en mer et sur terre, il s'est avéré avantageux de former un grand nombre d'impulsions d'énergie sismique à partir d'un ensemble de canons à air comprimé, afin de former un signal sismique composite d'amplitude
30 et de fréquences composantes prédéterminées, en respectant un certain agencement spatial de ces canons. Pour la prospection sismique en mer, on peut utiliser un ensemble de canons à air comprimé avec divers volumes d'enceinte de mise à feu, de manière à former un signal sismique composite ayant une répartition de fréquences prédéterminée, des canons à air comprimé de volumes d'enceinte de mise à feu différents créant des impulsions d'énergie sismique à spectres
35

de fréquences différents. Pour de telles applications, comme pour les applications dans lesquelles les canons à air comprimé sont mis à feu de manière répétitive et séquentielle, il est nécessaire de contrôler le calage des soupapes de commande à solénoïde utilisées pour déclencher la mise à feu de chacun des canons à air comprimé.

Pour une information plus approfondie sur les canons à air comprimé et les soupapes à solénoïde, on se reportera aux brevets US 3 249 377, 3 379 273, 3 779 335, 3 588 039, 3 653 460, 3 997 021 et 4 038 630.

On a tenté de synchroniser le calage des soupapes commandées par solénoïde qui déclenchent les canons à air comprimé. Mais le moment auquel le plongeur du solénoïde est actionné en réponse à un signal électrique varie en fonction de la soupape, et d'autres variables, fonction de la structure mécanique de chaque canon à air comprimé, sont à prendre en compte, telles que les différences dues aux tolérances dimensionnelles, à l'usure des pièces composantes, telles que les légères différences entre masses des obturateurs et celles entre les résistances de frottement des pièces en mouvement. Lorsque les canons à air comprimé ne sont pas réellement mis à feu en fonction d'un plan d'exécution chronométré avec précision, les ondes sismiques créées ne concordent pas avec le programme de prospection qui a été pré-établi, et les résultats obtenus sont loin d'être optimum. Par exemple, si le programme de prospection exige que tous les canons à air comprimé soient mis à feu en synchronisme, et s'ils ne sont pas mis à feu en synchronisme, les ondes sismiques créées ne sont pas alignées. Ce défaut d'alignement peut se traduire par une réduction de l'amplitude totale de ces ondes, et/ou conduire à la formation d'ondes sismiques présentant un spectre de fréquences non souhaitable, le collationnement des données se faisant alors avec une pénétration et une résolution réduites.

Dans les brevets US 4 034 827 et 4 047 591 (Texas Instruments Incorporated), est décrite une solution au problème des mises à feu imprécises dans le temps, cette solution consistant à détecter le mouvement d'un obturateur de

relâchement de gaz, dans chaque canon, par effet de champ magnétique, électromagnétique ou électrostatique, pour établir le moment précis de mise à feu de chacun de ces canons. Les signaux de mise à feu fournis aux différentes soupapes à solénoïde des canons à air comprimé sont alors retardés ou avancés au cours des mises à feu suivantes, les uns par rapport aux autres, afin de synchroniser correctement ou commander correctement en séquence les mises à feu des canons. Dans les brevets précités, les canons à air comprimé sont modifiés pour que l'on puisse détecter les variations de champ provoquées par le mouvement de l'obturateur.

En fin de chacun des brevets précités sont énumérés les agencements possibles pour produire un champ magnétique, électromagnétique ou électrostatique et détecter les variations de ce champ. Un premier inconvénient présenté par les modes de réalisation suggérés dans ces brevets est qu'il est nécessaire d'apporter une ou plusieurs modifications compliquées au canon à air comprimé lui-même. De telles modifications portant sur des moyens pour créer un champ magnétique, électromagnétique ou électrostatique, outre des moyens pour détecter les variations de ce champ, font généralement appel à des procédures compliquées qui ne peuvent pas être mises en oeuvre par une équipe de service, et ces modifications entraînent des frais élevés même sur les canons qui sont encore à fabriquer. De plus, tout dépannage par l'équipe de service d'un détecteur monté dans le canon à air comprimé est dispendieux et prend du temps.

Dans le brevet US 4 210 222 et dans la demande de brevet US 917 794, au nom de la demanderesse, il a été décrit comment et pourquoi un transducteur de pression peut être utilisé avantageusement pour surveiller la mise à feu de canons à air comprimé disposés sous forme d'un réseau de canons pour la prospection sismique. Dans la demande US 917 794, il a été décrit une enveloppe de soupape à solénoïde avec un support dans lequel est monté un transducteur sensible à la pression. Un passage formé à partir du support et traversant l'enveloppe communique avec un passage conduisant dans le canon à air comprimé, pour transmettre au transducteur les variations de pression créées dans le canon lorsque

ce dernier est mis à feu. La face d'extrémité circulaire et plate du transducteur sensible à la pression est placée transversalement par rapport à l'axe du passage communiquant avec le canon à air comprimé. Un énorme à-coup de pression
5 est transféré sur cette face d'extrémité du transducteur lorsque le canon est mis à feu.

De même, lorsque le canon à air comprimé est mis à feu, des forces élevées d'accélération axiale sont créées lors du recul du canon, au cours de l'accélération rapide de
10 l'obturateur, au moment de la mise à feu. En conséquence, le transducteur doit être capable de supporter des forces d'accélération formidables lorsque le canon à air comprimé est mis à feu. A cette fin, le transducteur sensible à la pression est constitué par de multiples disques de matériau
15 piézo-électrique de polarités inverses, de sorte qu'il n'est pas sensible à l'accélération axiale. Ces disques sont raccordés électriquement de telle sorte que les tensions qu'ils fournissent s'additionnent lorsqu'ils sont soumis aux variations de pression provenant du canon à air comprimé. Un
20 transducteur sensible à la pression et constitué de couches ou disques multiples est plus difficile à fabriquer, est sujet à se rompre et est moins robuste qu'un transducteur à cristal unique.

L'invention concerne un perfectionnement apporté à l'appareil décrit dans la demande de brevet américain précitée.
25

Le terme "gaz" est, dans cette description, utilisé dans son sens le plus large, c'est dire qu'il s'applique à tout fluide gazeux compressible pouvant être utilisé dans un canon à air comprimé, par exemple (mais cette liste n'est pas
30 limitative) l'air, la vapeur d'eau, l'azote, le bioxyde de carbone, les produits gazeux de combustion et leurs mélanges.

L'invention a pour objet la réalisation d'un appareil décelant le mouvement de l'obturateur d'un canon à air comprimé pour signaler l'instant de mise à feu de ce canon,
35 l'appareil étant conçu de telle sorte qu'il n'exige éventuellement que peu de modification de la structure de base du canon et qu'il peut être aisément remplacé.

L'invention a également pour objet la réalisation d'un

transducteur sensible à la pression nouveau et perfectionné pour déterminer l'instant de mise à feu d'un canon à air comprimé, ce transducteur étant robuste, n'exigeant pas une modification compliquée de la structure de base du canon, et pouvant être aisément remplacé.

Un autre objet de l'invention est la réalisation d'un transducteur sensible à la pression pour canon à air comprimé, capable de supporter les énormes forces d'accélération créées lors de la mise à feu du canon tout en fournissant une information fiable et précise quant à l'instant du tir lorsque le canon est mis à feu.

Dans un exemple de réalisation conforme à l'invention, le transducteur sensible à la pression comporte une enveloppe munie d'une paroi frontale disposée à une extrémité de cette enveloppe. Des évidements formés dans cette paroi de face communiquent avec un passage conduisant à l'intérieur du canon à air comprimé. Un transducteur sensible à la pression est monté dans la paroi frontale et au voisinage des évidements, le transducteur s'étendant parallèlement à ces évidements, de sorte que les à-coups de pression transmis dans ces derniers par le passage précité sont transférés, au travers de la paroi frontale, au transducteur, transversalement à l'axe des évidements, le transducteur ainsi contraint fournissant un signal en réponse à l'accroissement de pression.

En montant le transducteur de pression de sorte que son axe neutre soit parallèle à l'axe des évidements, on rend ce transducteur capable de supporter les, et de ne pas répondre aux, énormes forces d'accélération créées lors de la mise à feu du canon à air comprimé.

La structure conforme à l'invention présente donc l'avantage de ne pas exiger de multiples disques en couches, montés en opposition pour éliminer le problème de l'accélération. En conséquence, l'invention permet l'utilisation d'un cristal unique précis, fiable et robuste.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui suit de certains de ses modes de réalisation donnés à titre d'exemples, non limitatifs ; dans cette description, on se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale d'un transducteur sensible à la pression conforme à l'invention, certaines parties de ce transducteur étant arrachées pour plus de clarté,
- 5 - la figure 2 est une vue en plan de l'extrémité frontale du transducteur de la figure 1,
 - la figure 3 est une vue latérale en élévation de la paroi frontale montée à une extrémité de l'enveloppe du transducteur de la figure 1,
- 10 - la figure 4 est une vue en coupe transversale selon la ligne 4-4 de la figure 1,
 - la figure 5 est une vue en plan de la face inférieure du circuit diélectrique monté dans le transducteur de la figure 1,
- 15 - la figure 6 est une vue en coupe axiale, à plus grande échelle, selon les lignes 6-6 des figures 1 et 4, perpendiculairement à la vue de la figure 1,
 - la figure 7 est une vue en perspective, avec certaines parties arrachées, d'une partie du transducteur conforme à
- 20 l'invention,
 - la figure 8 est un schéma d'un circuit électrique associé au transducteur conforme à l'invention et
 - la figure 9 est un schéma d'un circuit d'alimentation du circuit électrique de la figure 8.
- 25 Le transducteur sensible à la pression, conforme à l'invention, constitue un perfectionnement de l'appareil décrit dans la demande de brevet US 917 794 déjà citée, et, en conséquence, peut être monté de la même façon que ce dernier dans un support d'une enveloppe de soupape à solénoïde. Le
- 30 support communique avec un passage conduisant à l'intérieur d'un canon à air comprimé pour déceler les à-coups brusques de pression dans ce canon lorsqu'il est mis à feu et surveiller l'instant de cette mise à feu. En conséquence, pour simplifier la description, on ne décrira pas la structure
- 35 particulière de la soupape à solénoïde qui ne fait pas partie de l'invention. Tout ce qu'il est nécessaire de savoir pour bien comprendre l'invention est que le transducteur sensible à la pression doit avoir son extrémité de face en communication avec un fluide dans lequel sont créés des

à-coups de pression devant être surveillés par ce transducteur.

A la figure 1, on a représenté en 10 le transducteur de pression, lequel comporte une enveloppe en forme de manchon 12 fermée, à son extrémité de sortie signal, par un bouchon 14, et, à son extrémité frontale, par une paroi de face cylindrique 16. Le manchon, le bouchon et la paroi de face cylindrique sont en un matériau approprié tel que du duralumin anodisé noir A17075-T6 qui est un matériau robuste et résistant à la corrosion pour les applications relevant de la prospection sismique en mer.

La paroi frontale 16 comporte, sur son pourtour, un évidement annulaire 18 dans lequel est monté un joint torique 20 interdisant le passage du fluide autour du transducteur 10, dans le support dans lequel ce transducteur est monté, par exemple un support d'enveloppe de soupape à solénoïde d'un canon à air comprimé (non représenté).

On voit mieux aux figures 2 et 4, et plus particulièrement à la figure 6, que la paroi de face 16 comporte un évidement intérieur axial 22 flanqué de part et d'autre par deux évidements extérieurs axiaux 24 et 26. Les évidements 24 et 26 partent de la face avant 27 de la paroi de face 16 et communiquent avec un passage conduisant dans une enceinte du canon à air comprimé, dans laquelle est créée une variation brusque de pression lors de la mise à feu. L'évidement intérieur axial 22 part de la face supérieure de la paroi de face ; il est situé entre les évidements 24 et 26, mais ne traverse pas complètement la paroi de face 16.

A la figure 3, on a représenté en pointillé sur quelle longueur se situent les évidements 22, 24 et 26, mais on voit clairement à la figure 6 les agencements relatifs, en parallèle, des mêmes évidements. A titre d'exemple, la profondeur des évidements peut être de l'ordre de 6,4 mm, leur largeur, latéralement, pouvant être de l'ordre de 1,6 mm. On voit figures 2 et 4 que l'évidement intérieur 22 est plus long que les évidements 24 et 26. Le diamètre de la surface plate d'extrémité 27 (figure 2), à partir de laquelle sont formés les évidements 24 et 26, est de l'ordre de 8,76 mm.

L'évidement intérieur 22 est destiné à recevoir le transducteur sensible à la pression proprement dit 30, dans lequel une tension est créée entre les surfaces du cristal diélectrique plein 31 lorsque ce dernier est soumis à une contrainte mécanique. Cet effet, dit effet "piézo-électrique", est créé dans diverses céramiques polycristallines dont l'élément le plus largement connu est le titanate de barium ; ce dernier matériau, pré-polarisé par application d'un champ unidirectionnel suffisamment fort, peut constituer un excellent élément transducteur. Il se trouve que, pour l'application considérée, le matériau céramique que constitue le titanate-zirconate de plomb est le matériau actuellement recommandé pour la réalisation du disque piézo-électrique ou plaque 31 du transducteur 30. A titre d'exemple, la plaque piézo-électrique 31 peut être de forme carrée de 4 mm x 4 mm avec une épaisseur de 0,5 mm environ. Le titanate-zirconate de plomb est commercialement disponible auprès de la société E.B.L. COMPANY, Inc., 91, Tolland Street, East Hartford, Connecticut, sous le nom de "Glennite", composition céramique n° G-1500.

L'élément piézo-électrique 31, comme on peut le voir aux figures 6 et 7, comporte deux électrodes soudées 32 et 34. Les électrodes peuvent être en laiton et avoir une épaisseur de 0,05 mm. L'électrode 34 comporte une patte de soudage 36 à son extrémité supérieure. La patte de soudage 36 est repliée et se rabat sur l'extrémité supérieure d'une petite plaque diélectrique 38. L'électrode 32 est collée sur la languette 42 d'une plaque diélectrique 40 servant de plaque de montage et raccordement. On voit à la figure 6 que des conducteurs électriques 44 et 46 sont respectivement soudés sur l'électrode 32 et sur la patte de soudage 36 de l'électrode 34. Le transducteur 30 est entièrement situé dans l'évidement intérieur axial 22 de la paroi de face 16. La languette 42 de la plaque diélectrique 40 et la plaque diélectrique 38 isolent les électrodes 32 et 34 de la paroi de face métallique, pour éviter le court-circuit de la plaque piézo-électrique 31.

On remarquera que l'axe ou plan neutre de la plaque 31

est parallèle aux axes longitudinaux des évidements de surveillance de pression 24 et 26, et, en conséquence, le transducteur 30 n'est pas sensible aux forces d'accélération axiales provoquées par la mise à feu du canon à air comprimé. Les à-coups de pression provoqués par la mise à feu du canon compriment en fait le transducteur piézo-électrique 30, y créant la contrainte mécanique à partir de laquelle sera formée une tension.

On voit à la figure 4 que les trois évidements 22, 24 et 26 sont de forme ovale en coupe transversale et sont orientés parallèlement. Ils définissent donc, dans la paroi de face, deux parties relativement minces 51 et 53 qui sont situées de part et d'autre du transducteur 30. Le transducteur 30 se trouve donc flanqué de deux parties de paroi minces 51 et 53 et se trouve comprimé lorsque ces parties de paroi sont simultanément fléchies l'une vers l'autre par un à-coup de pression. Un matériau époxy (non représenté) remplit l'évidement axial 22 autour du transducteur 30, de sorte que le fléchissement des parties de paroi minces 51 et 53 (voir également figure 6) se traduit immédiatement par une force de compression mécanique sur le transducteur 30.

On a représenté à la figure 8 le circuit électrique du transducteur décrit ci-dessus. Un condensateur d'accord 48 est raccordé, par les conducteurs 44 et 46, aux électrodes 32 et 34 respectivement du transducteur. Un condensateur d'équilibrage 50 est monté aux bornes du condensateur 48, pour former un circuit parallèle de réglage de la sensibilité et de la réponse en fréquence du transducteur piézo-électrique 30. Une sortie du transducteur 30 est raccordée à la base du transistor 52 associé à des résistances de polarisation 56 et 54 montées entre ses jonctions émetteur-base et collecteur-base respectivement. Un circuit d'alimentation en courant continu est raccordé, par les conducteurs 55 et 57, entre l'émetteur et le collecteur du transistor 52. Ces divers composants de circuit sont représentés figures 1 et 5, montés sur les faces opposées de la plaque 40.

Le circuit d'alimentation en courant continu régulé représenté figure 9 fournit la tension d'alimentation nécessaire au fonctionnement du circuit de la figure 8. Ce circuit d'alimentation comporte un transformateur 60 dont l'enroulement primaire 62 est raccordé au réseau de courant alternatif, et dont l'enroulement secondaire 64 à prise médiane fournit une tension de 30 V. Deux redresseurs 66 et 68 raccordent l'enroulement secondaire 64 à un réseau RC composé d'un condensateur 70 et d'une résistance 72, pour le filtrage du signal de sortie redressé de l'enroulement secondaire, avant qu'il soit appliqué à une diode de Zener 74. Le signal de tension constante fourni par la diode de Zener 74 est appliqué par l'intermédiaire d'une diode à courant constant 76, aux conducteurs d'alimentation plus et moins 55 et 57 reliés au circuit de la figure 8. Un condensateur de couplage de sortie 80 est prévu pour coupler la sortie du transistor 52 à un circuit indicateur et de contrôle qui fournit l'information correspondant à l'instant de mise à feu. On peut bien entendu, au lieu du circuit de la figure 9, utiliser une batterie couplée aux conducteurs 55 et 57 par l'intermédiaire de la diode à courant constant 76.

On donnera à titre d'exemple, ci-dessous, les valeurs que peuvent avoir les composants :

	Condensateur 48 - 0,01 microfarad
25	Condensateur 50 - 0,005 microfarad
	Résistance 54 - 22 mégohms
	Résistance 56 - 3 mégohms
	Transistor 52 - MPS A 66
	Condensateur 80 - 10 microfarad
30	Condensateur 70 - 100 microfarad
	Résistance 72 - 470 ohms.

Lorsque le transducteur piézo-électrique 30 et les composants du circuit de la figure 8 sont montés sur la plaque de circuit comme illustré aux figures 1 et 5, la plaque 40 se trouve dans le manchon de l'enveloppe 12, le transducteur se trouvant dans l'évidement 22 de la paroi cylindrique frontale 16. Le bouchon 14 ferme l'extrémité supérieure de

l'enveloppe 12, et un matériau époxy est utilisé pour enrober complètement la plaquette 40 à l'intérieur de l'enveloppe 12, ce matériau 82 (figure 1) isolant les divers composants de l'enveloppe et rendant rigide l'ensemble 10 qui constitue le transducteur sensible à la pression.

En fonctionnement, lors de la mise à feu du canon à air comprimé associé à l'ensemble 10, le fluide (généralement de l'air) qui se trouve dans les évidements 24 et 26, lesquels communiquent avec le canon, reçoit de ce canon des à-coups énormes de pression. Par suite les parties de paroi minces 51 et 53 fléchissent et compriment les deux faces de la plaque piézo-électrique 31 dont l'axe ou plan neutre est parallèle à l'axe des évidements de surveillance de pression 24 et 26. La contrainte résultante dans la plaque 31 se traduit par une tension à l'instant de la mise à feu du canon.

Le circuit d'alimentation de la figure 9 fournit un courant constant aux conducteurs 55 et 57 et au transistor 52. Dans cet exemple, ce courant est d'environ 4 mA dans le transistor 52. Le transistor est réglé de telle sorte que, pour ce courant constant, il y a une tension de point de polarisation de signal zéro d'environ 12 V entre émetteur et collecteur.

Lorsque le transducteur 30 réagit à une variation de pression, la tension qu'il fournit modifie le point de polarisation du transistor 52, ce qui se traduit par une variation de tension entre les bornes émetteur et collecteur.

On remarquera que le gain de tension du circuit de transistor est légèrement inférieur à 1, mais le gain en puissance est considérable, le signal de sortie amplifié du transducteur étant fourni sur les conducteurs 55 et 57 avec un niveau d'impédance relativement faible, lequel est souhaitable pour réduire les bruits et améliorer le rapport signal/bruit

Bien entendu, on peut envisager l'utilisation d'autres circuits amplificateurs permettant d'obtenir un gain élevé avec une impédance relativement faible. On peut utiliser, par exemple, un circuit Darlington à transistor.

Parmi les avantages que procure un transducteur

électriquement isolé de la "masse" sur ses deux faces, se trouve l'élimination des interférences dues aux signaux électriques parasites dans le milieu environnant. Autrement dit, on réduit la sensibilité aux parasites du milieu environnant.

5 Dans la structure représentée, l'alignement du plan ou axe neutre de l'élément transducteur avec les axes des passages de surveillance de pression qui communiquent avec le canon à air comprimé annule la réponse du transducteur aux forces d'accélération créées lors de la mise à feu du canon. Il n'est pas nécessaire, en conséquence, d'avoir recours à un agencement complexe à disques multiples pour compenser l'effet de ces forces d'accélération. La structure conforme à l'invention est donc robuste, sensible et simple, et les conducteurs transmetteurs de signal 55 et 57 du circuit associé sont isolés de la masse.

10 L'invention ne se limite évidemment pas aux modes de réalisation décrits ci-dessus à titre d'exemples et l'homme de l'art peut y apporter des modifications sans pour autant sortir du cadre des revendications ci-après.

REVENDEICATIONS

- 1 - Appareil transducteur sensible à la pression, répondant à des à-coups brusques de pression tout en étant insensible aux forces d'accélération mécanique créées dans une direction prédéterminée, caractérisé en ce qu'il comporte un élément (16) dont la surface frontale (27) est exposée au fluide dans lequel se produisent les à-coups brusques de pression, cet élément comportant au moins un évidement extérieur (24 ou 26) pratiqué dans sa masse à partir de sa surface frontale (27), et un transducteur sensible à la pression (30) monté dans l'élément (16), l'axe neutre du transducteur étant parallèle à l'évidement (24 ou 26) et également parallèle à la direction prédéterminée dans laquelle sont créées les forces d'accélération mécanique, ce grâce à quoi les à-coups brusques de pression dans le fluide sont transmis dans l'évidement et provoquent le fléchissement de l'élément transversalement à l'axe neutre du transducteur sensible à la pression, de sorte que ce dernier fournit un signal électrique indiquant l'instant où se forme un à-coup de pression tout en restant pratiquement insensible aux forces d'accélération mécanique.
- 2 - Appareil transducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément (16) comporte deux évidements (24, 26) parallèles et espacés l'un de l'autre, pratiqués dans la masse de l'élément à partir de sa surface frontale (27), le transducteur (30) étant placé à mi-distance entre les deux évidements.
- 3 - Appareil transducteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'élément (16) constitue la face avant d'une enveloppe cylindrique (12) placée derrière cette face, l'axe de l'enveloppe cylindrique étant parallèle à l'axe neutre du transducteur (30), la face avant et l'enveloppe formant un ensemble en forme de cartouche destiné à être inséré dans un support qui communique avec un passage contenant le fluide dans lequel se produisent les à-coups de pression.
- 4 - Appareil transducteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'élément (16) comporte un évidement intérieur (22) pratiqué dans sa masse à partir de sa face ar-

rière, le transducteur (30) étant monté dans cet évidement intérieur, les évidements extérieurs (24,26) et l'évidement intérieur (22) définissant entre eux des parties de paroi minces (51, 53) qui sont soumises à fléchissement sous l'effet des à-
5 coups de pression formés dans le fluide auquel la face avant (27) de l'élément (16) est exposée.

5 - Appareil transducteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'évidement extérieur (24 ou 26) est allongé dans la direction définie par le plan perpendiculaire
10 au plan de la face avant (27), l'évidement intérieur (22) étant plus allongé que chaque évidement extérieur.

6 - Appareil transducteur selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte deux évidements extérieurs parallèles et espacés l'un de l'autre
15 (24 et 26), l'évidement intérieur (22) se situant entre les évidements extérieurs.

7- Appareil transducteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que les évidements ont une forme ovale allongée dans la direction définie par le plan perpendicu-
20 laire au plan de la face avant, ces évidements étant orientés dans des directions parallèles sur la plus grande dimension de leur forme ovale, afin de définir entre deux parties de paroi minces et parallèles (51, 53) entre lesquelles est monté le transducteur (30) logé dans l'évidement intérieur
25 (22).

8 - Appareil transducteur selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que le transducteur (30) comporte une plaque (31) en matériau piézo-électrique sur les faces opposées de laquelle sont montées des électro-
30 des (32,34), ces électrodes étant électriquement isolées des parois de l'évidement intérieur (22) par des plaques diélectriques (38 et 42) et étant en liaison mécanique directe avec ces parois de l'évidement intérieur par l'intermédiaire de ces plaques diélectriques, de sorte que la plaque
35 piézo-électrique est comprimée par le fléchissement des parties de paroi (51 et 52) formées entre l'évidement intérieur (22) et les évidements extérieurs (24, 26).

- 9 - Appareil transducteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'une des plaques diélectriques est constituée par une languette (42) prolongeant une plaque de circuit (40) sur laquelle sont montés les composants du circuit électrique de traitement du signal formé par le transducteur.
- 10 - Appareil transducteur selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le matériau piézo-électrique est du titanate-zirconate de plomb.
- 10 11 - Appareil transducteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que le circuit électrique de traitement du signal formé par le transducteur, monté sur la plaque de circuit (40), comporte un condensateur d'accord (48) et un condensateur d'équilibrage (50) raccordés aux bornes de la plaque en matériau piezo-électrique pour accorder la réponse du transducteur, un dispositif semiconducteur (52) raccordé de manière à recevoir le signal de sortie du transducteur et à le transmettre à un circuit d'utilisation, et un circuit résistant couplé au dispositif semiconducteur pour former la tension de polarisation électrique de ce dispositif semiconducteur.
- 20 12 - Appareil transducteur sensible à la pression, pour déterminer l'instant de mise à feu d'un canon à air comprimé en répondant à la variation brusque de pression qui se produit dans le canon au moment de la mise à feu, caractérisé en ce qu'il comporte une enveloppe en forme de manchon (12) et une paroi frontale cylindrique (16) montée à une extrémité de l'enveloppe, cette paroi frontale comportant un évidement central (22) formé à partir de l'intérieur de l'enveloppe ainsi que deux évidements extérieurs parallèles et espacés l'un de l'autre (24, 26) formés à partir de la face avant de la paroi frontale et flanquant de part et d'autre l'évidement central, les évidements extérieurs étant pratiqués à faible distance des parois opposées de l'évidement central pour ne laisser subsister que des parties de paroi minces (51, 53) entre eux et cet évidement central, ces évidements extérieurs communiquant, par ailleurs, avec un passage conduisant à l'intérieur du canon à air comprimé de sorte que les variations de pression créées dans le canon à air comprimé se retrouvent dans les évide-

ments extérieurs, un transducteur sensible à la pression (30) étant monté dans l'évidement central et soumis aux forces mécaniques créées entre les deux évidements extérieurs lorsqu'une variation brusque de pression est transmise dans ces évidements.

- 5 13 - Appareil transducteur selon la revendication 12, caractérisé en ce que le transducteur sensible à la pression (30) est soumis à un effet de compression mécanique entre les parties de paroi minces (51,53) de la paroi de face lorsqu'il y a simultanément accroissement brusque de pression dans les
- 10 deux évidements extérieurs.
- 14- Appareil transducteur selon la revendication 12 caractérisé en ce que le transducteur sensible à la pression (30) comporte une plaque (31) en matériau piézo-électrique sur les faces opposées de laquelle sont montées deux élec-
- 15 trodes (32,34) chacune de ces électrodes étant associée à une plaque diélectrique (38,42) adjacente à sa surface extérieure, ces plaques diélectriques étant placées dans l'évidement central de la paroi de la face de telle sorte que l'axe neutre de la plaque piézo-électrique du transducteur soit parallèle
- 20 aux deux évidements extérieurs (24,26, les variations de pression transmises dans ces évidements comprimant ainsi la plaque piézo-électrique qui fournit un signal électrique indiquant l'instant de mise à feu du canon à air comprimé.
- 15 - Appareil transducteur selon l'une quelconque des
- 25 revendications 12 à 14, caractérisé en ce que l'évidement central (22) et les deux évidements extérieurs parallèles (24,26) flanquant ces évidement central sont de forme ovale en coupe transversale, leurs plus grandes dimensions étant orientées parallèlement l'une à l'autre de manière à définir
- 30 deux parties de paroi minces et parallèles (51,53) entre lesquelles est monté le transducteur (30) logé dans l'évidement central.
- 16 - Appareil transducteur selon l'une quelconque des revendications 12 à 15, caractérisé en ce que l'axe neutre du transducteur
- 35 est orienté parallèlement au plan dans lequel se déplacent les forces d'accélération mécaniques créées lors de la mise à feu du canon à air comprimé, afin de réduire la sensibilité de ce transducteur à ces forces d'accélération.

FIG. 1.

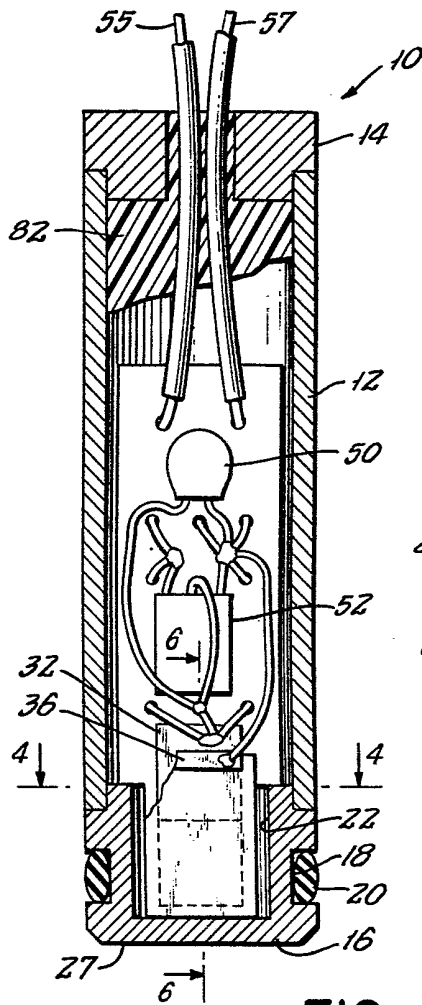


FIG. 2.

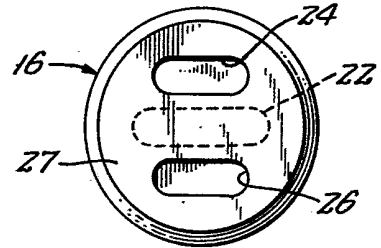


FIG. 5.

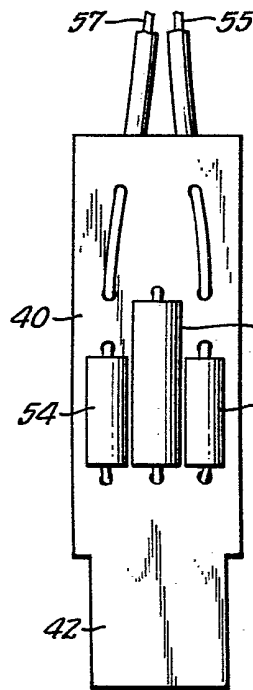


FIG. 3.

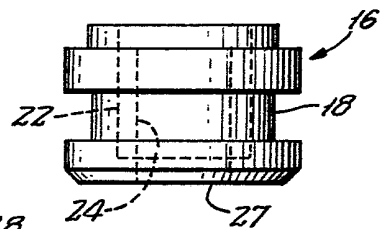


FIG. 4.

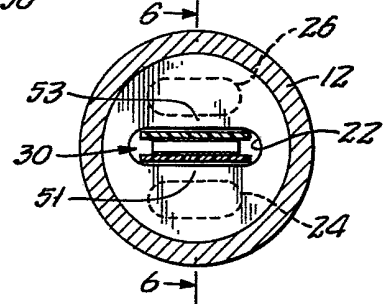


FIG. 6.

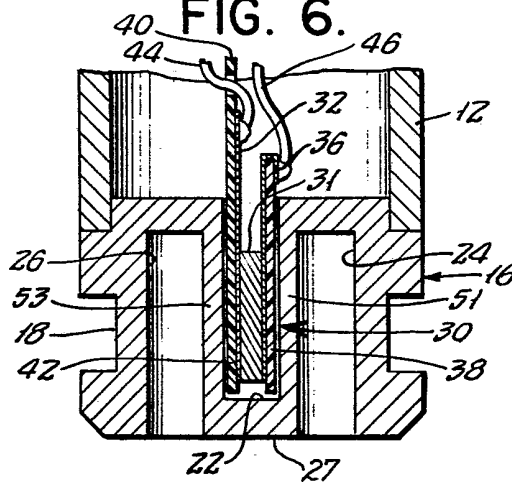


FIG. 7.

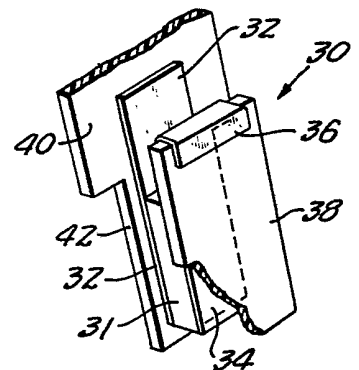


FIG. 8.

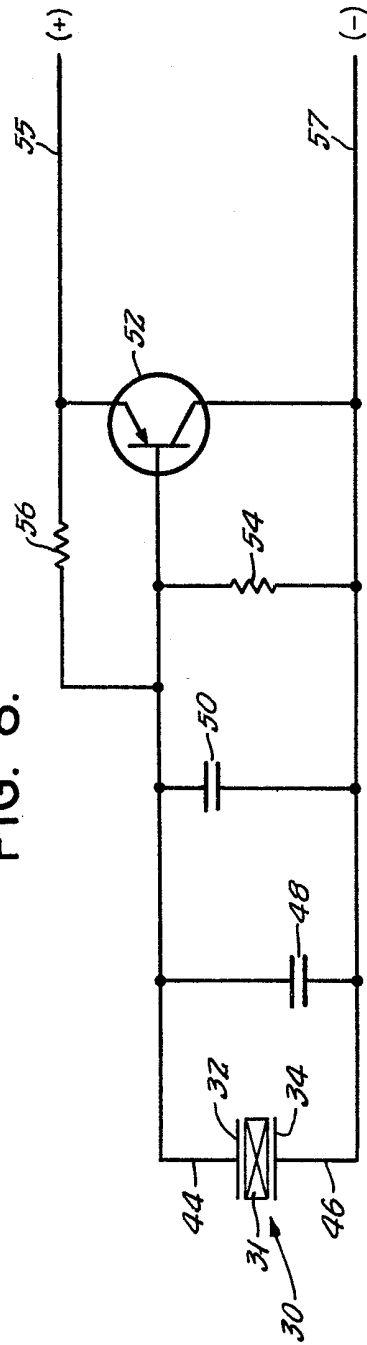


FIG. 9.

