

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4879494号
(P4879494)

(45) 発行日 平成24年2月22日 (2012.2.22)

(24) 登録日 平成23年12月9日 (2011.12.9)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 R 17/00 (2006.01)

H O 4 R 17/00 3 3 2 Y

G O 1 S 7/521 (2006.01)

H O 4 R 17/00 3 3 2 Z

G O 1 S 7/52 A

請求項の数 14 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2005-29709 (P2005-29709)
 (22) 出願日 平成17年1月7日 (2005.1.7)
 (65) 公開番号 特開2005-210738 (P2005-210738A)
 (43) 公開日 平成17年8月4日 (2005.8.4)
 審査請求日 平成20年1月7日 (2008.1.7)
 (31) 優先権主張番号 60/534900
 (32) 優先日 平成16年1月8日 (2004.1.8)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 60/535062
 (32) 優先日 平成16年1月8日 (2004.1.8)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 10/904813
 (32) 優先日 平成16年11月30日 (2004.11.30)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 502210208
 シュルンベルジェ テクノロジー ビー
 ブイ
 Schlumberger Techno
 logy B. V.
 オランダ 2514 イェーハー ザ ハ
 ーグ パルクストラート 83-89
 Parkstraat 83-89, 25
 14 JG The Hague, The
 Netherlands
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 禎男
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 管状体のための音響変換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

管状体上で使用するための音響変換器であって、

回転柱面部分を形成するように構成され、複数の音響変換素子が配置され、前記音響変換素子に電圧を供給するように構成された弓形部材を備え、

前記音響変換素子は、音響エネルギーを受信し又は放射するように選択的に動作可能であり、前記弓形部材は、これに配置された複数の変換素子のサブセットに他の変換素子とは逆の極性の電圧を供給するように構成され、前記弓形部材及び変換素子は密封されて液体のない部材を構成していることを特徴とする音響変換器。

【請求項 2】

前記弓形部材は、実質的に非導電性の材料で形成されている、請求項 1 に記載の音響変換器。

【請求項 3】

前記弓形部材にはさらに、前記弓形部材の凹部表面近くの音響エネルギー伝播を減衰させるための重質量材料が前記音響変換素子に近接して設けられている、請求項 1 に記載の音響変換器。

【請求項 4】

前記弓形部材はさらに、前記変換素子の平面に接触する第 1 の導体及び前記変換素子の第 2 の平面に接触する第 2 の導体を含んでいる、請求項 1 に記載の音響変換器。

【請求項 5】

10

20

前記第 1 及び第 2 の導体は、それぞれがメッシュを構成する一連の導体を含んでいる、請求項 4 に記載の音響変換器。

【請求項 6】

前記弓形部材は、時間的な順序で、前記変換素子の一部に電圧が供給されるように構成されている、請求項 1 に記載の音響変換器。

【請求項 7】

二つの弓形部材を有し、それぞれが回転柱面の半分を形成している、請求項 1 の音響変換器。

【請求項 8】

四つの弓形部材を有し、それぞれが回転柱面の 4 分の 1 を形成している、請求項 1 の音響変換器。 10

【請求項 9】

前記弓形部材は、導電性材料により形成されている請求項 1 に記載の音響変換器。

【請求項 10】

前記弓形部材は、そこに配置された変換素子の第 1 の平面に電氣的に接続されている、請求項 1 に記載の音響変換器。

【請求項 11】

前記弓形部材は、信号及び / 又は電力の接続のために、遠隔測定手段に結合されている、請求項 1 に記載の音響変換器。

【請求項 12】 20

管状体の回転柱面部分を形成する弓形部材を配置する段階有する管状体に音響変換器配備する方法であって、

前記弓形部材には複数の音響変換素子が配置され、前記弓形部材はそこに配置された音響変換素子に電圧を供給するよう構成され、

ここで前記音響変換素子は、音響エネルギーを受信し又は放射するよう選択的に動作可能であり、前記弓形部材は、これに配置された複数の変換素子の一部に、他の変換素子とは逆の極性の電圧を供給するよう構成され、前記弓形部材及び変換素子は密封されて液体のない部材を構成していることを特徴とする、方法。

【請求項 13】

前記弓形部材は、信号及び / 又は電力の接続のために、遠隔測定手段に結合されている、請求項 12 に記載の音響変換器。 30

【請求項 14】

地表下に配置される管状体上で使用される音響変換器であって、

前記管状体に配置される回転柱面部分として形成され、素子に電圧を供給するよう構成された弓形部材と、

前記弓形部材に配置され、音響エネルギーを受信し又は放射する複数の音響変換素子と、

前記音響変換素子の第 1 の平面に接触する第 1 の導体と、

前記音響変換素子の第 2 の平面に接触する第 2 の導体と、を有し、

前記第 1 の平面の音響変換素子は、前記第 2 の平面の音響変換素子から電氣的に分離されており、 40

前記弓形部材に配置された複数の音響変換素子のサブセットは、そこに配置された他の音響変換素子とは逆の極性の電圧で動作するよう構成され、

前記弓形部材及び音響変換素子は、液体のない音響変換器を形成するよう密封され、前記管状体は掘削環境と接触するよう構成された外側表面を有し、前記音響変換器は掘削環境と接触する管状体の外側表面の周囲に配置されるよう構成されていることを特徴とする音響変換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願

本発明は、2004年1月8日出願の米国特許仮出願出願番号第60/535,062号及び2004年1月8日出願の米国特許仮出願出願番号第60/534,900号の合衆国法典35セクション119に従った優先権を請求するものである。

本発明は、一般的に音響変換器に関する。より具体的には、本発明は、管状体上で使用するための改良型音響変換器に関する。

【背景技術】

【0002】

石油及びガス業界では、地表下の累層の探査は、一般的に、累層特性を判断するためにボーリング検層機器によって行われる。これらの機器のうち、音波ツールは、累層に関する画像の生成又は関連特性の導出に使用することができる地表下音響特性に関する貴重な情報が得られることが分かっている。

10

音波は、地表下累層のような媒体の中を伝播する音響エネルギーから生じる周期的な振動外乱である。音波は、一般的に、その周波数、振幅、伝播速度に関して特徴付けられる。累層に関連する音響特性は、圧縮波速度、剪断波速度、ポアホールモード、及び累層緩慢を含むことができる。更に、ポアホール壁の状態及びポアホールから離れた場所での他の地学的特徴を示すのに音響画像を使用することができる。これらの音響測定は、地震相関、油層岩石物理学、岩石力学、及び他の分野において用途がある。

【0003】

深度の関数としての音響特性の記録は、音波検層として公知である。音波検層から得られる情報は、井戸間の相関関係、間隙率の判断、岩質を示すための機械的又は弾性岩石パラメータの判断、過圧累層帯の検出、累層内の測定音速に基づく地震時間トレースの深度トレースへの変換を含む様々な用途で有用であろう。

20

地球の累層の音波検層は、音波検層機器又はツールを累層を横断するポアホール内に降ろすことを伴う。この機器は、一般的に、音響エネルギーを地表下累層に発するのための1つ又はそれ以上の音波源（すなわち、送信器）、及び音響エネルギーを受け取るための1つ又はそれ以上の音響センサ又は受信器を含む。送信器は、音響エネルギーのパルスを送信器内に発するために周期的に作動され、パルスは、ポアホール内を進行して累層に入る。ポアホール及び累層内を伝播した後、音響エネルギーの一部は受信器に伝わり、そこで検出される。検出された音響エネルギーの様々な属性は、その後、関連の地表下又はツール特性と関連付けられる。

30

【0004】

図1は、従来のダウンホール音波ツールを示す。ツール10は、地球累層20を横断するポアホール12に配置された状態で示されている。ポアホール12は、一般的に、ポアホール掘削中に使用される掘削流体（掘削泥水）が充填されている。ツール10は、通常、管状支持体13で実施され、これは、ドリルカラーの場合は、掘削流体14が当業技術で公知のように掘削ストリング（図示せず）の底部の泥水モータ及び/又はドリルビットに到達するための内部通路13Aを含む。検層ツール10は、管状体13上に配置された1つ又はそれ以上の音響源16及び複数の音響受信器18を含む。受信器18は、ツール10の縦軸線に沿って選択された距離hで互いに間隔の空いた状態で示されている。音響源16に最も近い受信器18の1つは、選択された距離aだけ音響源から軸線方向に間隔が空いている。また、ツール10は、当業技術で公知のような波形信号データを処理するためのマイクロプロセッサ、メモリ、及びソフトウェアを含む1つ又はそれ以上の従来のコンピュータモジュール21を収納する。同じく当業技術で公知のように、コンピュータモジュール21は、機器内か又は地表に配置するか、又は図1に示すようにこれら2つの間で組み合わせることができる。音響エネルギー波22は、ポアホールを伝播している状態で示されている。従来の音波ダウンホールツールは、米国特許第5,852,587号、第4,543,648号、第5,510,582号、第4,594,691号、第5,594,706号、第6,082,484号、第6,631,327号、第6,474,439号、第6,494,288号、第5,796,677号、第5,309,404号、第5,521,882号、第5,753,812号、第RE34,975号、及び第6,

40

50

4 6 6 , 5 1 3 号に説明されている。

【 0 0 0 5 】

従来の音響ツールは、圧電素子のような音響変換器素子を装備している。一般的に、音響変換器は、エネルギーを電気及び音響形態間で変換し、音響源又はセンサとして作用するように適応させることができる。音響変換器は、一般的に、図 1 に示すような検層器具の管状体に取り付けられる。ダウンホール管状体で使用される従来の音響源及びセンサは、米国特許第 6 , 4 6 6 , 5 1 3 号、第 5 , 8 5 2 , 5 8 7 号、第 5 , 8 8 6 , 3 0 3 号、第 5 , 7 9 6 , 6 7 7 号、第 5 , 4 6 9 , 7 3 6 号、及び第 6 , 0 8 4 , 8 2 6 号に説明されている。従来の掘削時検層 (L W D) 音波ツールは、全方向送信器を有する (すなわち、単極子音響源) (米国特許第 5 , 7 9 6 , 6 7 7 号、第 5 , 8 5 2 , 2 6 2 号を参照) 。しかし、従来のワイヤライン音波ツールは、独立した音響源を使用してボアホールの音響モードを励起する (例えば、米国特許第 5 , 8 5 2 , 5 8 7 号、第 6 , 1 0 2 , 1 5 2 号、及び第 6 , 4 7 4 , 4 3 9 号を参照) 。大きなボアホール及び遅い岩石形成条件においては、剪断波測定は、純粋な単極子音響ツールでは達成しにくい。これらの条件では、同時か又は独立してボアホールの音響モードを励起する音響源を有する異なる種類の検層ツールを使用することが必要である。米国特許第 6 , 6 1 4 , 3 6 0 号及び第 6 , 0 8 4 , 8 2 6 号は、音響変換器を装備したダウンホール管状体を説明している。提案された変換器の欠点は、アセンブリ内でオイル補償を用いることであり、これは、構造を複雑にして信頼性に影響を与える。

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 米国特許仮出願出願番号第 6 0 / 5 3 5 , 0 6 2 号

【 特許文献 2 】 米国特許仮出願出願番号第 6 0 / 5 3 4 , 9 0 0 号

【 特許文献 3 】 米国特許第 5 , 8 5 2 , 5 8 7 号

【 特許文献 4 】 米国特許第 4 , 5 4 3 , 6 4 8 号

【 特許文献 5 】 米国特許第 5 , 5 1 0 , 5 8 2 号

【 特許文献 6 】 米国特許第 4 , 5 9 4 , 6 9 1 号

【 特許文献 7 】 米国特許第 5 , 5 9 4 , 7 0 6 号

【 特許文献 8 】 米国特許第 6 , 0 8 2 , 4 8 4 号

【 特許文献 9 】 米国特許第 6 , 6 3 1 , 3 2 7 号

【 特許文献 1 0 】 米国特許第 6 , 4 7 4 , 4 3 9 号

【 特許文献 1 1 】 米国特許第 6 , 4 9 4 , 2 8 8 号

【 特許文献 1 2 】 米国特許第 5 , 7 9 6 , 6 7 7 号

【 特許文献 1 3 】 米国特許第 5 , 3 0 9 , 4 0 4 号

【 特許文献 1 4 】 米国特許第 5 , 5 2 1 , 8 8 2 号

【 特許文献 1 5 】 米国特許第 5 , 7 5 3 , 8 1 2 号

【 特許文献 1 6 】 米国特許第 R E 3 4 , 9 7 5 号

【 特許文献 1 7 】 米国特許第 6 , 4 6 6 , 5 1 3 号

【 特許文献 1 8 】 米国特許第 5 , 8 8 6 , 3 0 3 号

【 特許文献 1 9 】 米国特許第 5 , 4 6 9 , 7 3 6 号

【 特許文献 2 0 】 米国特許第 6 , 0 8 4 , 8 2 6 号

【 特許文献 2 1 】 米国特許第 5 , 8 5 2 , 2 6 2 号

【 特許文献 2 2 】 米国特許第 6 , 1 0 2 , 1 5 2 号

【 特許文献 2 3 】 米国特許第 6 , 6 1 4 , 3 6 0 号

【 特許文献 2 4 】 米国特許第 6 , 3 5 1 , 1 2 7 号

【 特許文献 2 5 】 米国特許第 6 , 6 9 0 , 1 7 0 号

【 特許文献 2 6 】 米国特許第 6 , 6 6 7 , 6 2 0 号

【 特許文献 2 7 】 米国特許第 6 , 3 8 0 , 7 4 4 号

【 特許文献 2 8 】 米国特許第 6 , 2 0 8 , 0 3 1 号

【 特許文献 2 9 】 米国特許第 6 , 7 8 8 , 0 6 5 号

【 発明の開示 】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特に地表下累層に配置するようになっている管状体を伴う用途に対する改良型音響変換器の必要性が残っている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の態様は、管状体上で使用するための音響変換器を提供する。変換器は、導体によって変換器素子に電圧を供給するようになった弓形部材と、列を形成して部材上に配置された複数の音響変換器素子とを含み、弓形部材及び変換器素子は、密封材料で覆われ、覆われた弓形部材は、液体を含まない。

10

本発明の態様は、管状体上で使用するための音響変換器を提供する。変換器は、弓形金属部材と金属部材上に配置された複数の音響変換器素子とを含み、金属弓形部材は、そこに配置された変換器素子に電圧を供給するようになっており、変換器素子は、外部流体から保護するために覆われている。

【0009】

本発明の態様は、音響変換器を管状体上に配備する方法を提供する。本方法は、弓形部材を管状体の外面上に配置する段階を含み、弓形部材は、管状体に対して独立に形成され、列を形成してそこに配置された複数の音響変換器素子を有し、弓形部材は、導体によって電圧を変換器素子に供給するようになっており、密封材料で覆われて液体を含まない。

本発明の態様は、音響変換器を管状体上に配備する方法を提供する。本方法は、金属弓形部材を管状体の外面上に配置する段階を含み、この弓形部材は、管状体に対して独立に形成され、そこに配置された少なくとも1つの音響変換器素子を有し、この部材は、密封材料で覆われて液体を含まない。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明は、任意の管状体に適合するように複数の構成及び異なる直径で実施することができる音響変換器を開示する。本発明の実施形態は、単一変換器ユニットを使用して改良型モード純粋励起を用い、広い周波数範囲に亘って掘削孔の音響モードを励起することを可能にするものである。この変換器設計は、半円筒形又は弓形構成で実施される変換器素子に基づいている。

30

図2Aは、本発明で実施される一般的な変換器素子30を示す。変換器素子30は、音波放射及び出力音圧レベルを向上させるために単一素子又は多層（スタック）素子とすることができる。使用可能な素子30としては、圧電素子、チタン酸鉛（PT）素子、ジルコン酸チタン酸鉛（PZT）素子、1-3圧電複合型素子、又は当業技術で公知の任意の他の適切な材料が含まれる。素子30は、厚みモードにおいて分極化されることが好ましい。正電圧が素子30の平面に印加され、負電圧が対向する平面に印加された時、素子が膨張及び収縮することにより、音響エネルギーが放射される。図2Bは、本発明で実施される一般的な1-3圧電複合型変換器素子30を示す。

【0011】

図3Aは、片側に重質量材料32を負荷した単一の矩形圧電素子30を示す。重質量材料32を配置して変換器素子30に裏打ちすることにより、質量負荷素子は、音響源として実施された時に望ましい向きで音の方向性を改善し、音波放射を改善する。図3Bは、片側に重質量材料32を負荷した単一矩形1-3圧電複合型素子30の実施形態を示す。

40

図4は、本発明の弓形又は弓状部材35の実施形態上に配置された複数の個々の変換器素子30を示す。弓形部材35は、分かりやすいように二次元つまり平面として投影された状態で示されているが、部材は、部際は断面形状が湾曲しているということから「弓形」である。また、弓形部材という用語は、例えば、扇形、四分円、又は回転半柱面、半円筒、又は湾曲四部分を含むことができる。実際に、「弓形部材」という用語は、互いに並列である時に半円筒を含むか又は構成するような任意の数の「湾曲形」部分を含むことができる。弓形部材35は、非導電材料で形成される。使用可能な材料としては、ファイバ

50

ガラス、ゴム化合物、合成樹脂、「P E E K（登録商標）」、又は当業技術で公知の他の任意の適切な非導電材料が含まれる。

【0012】

図5は、本発明の音響変換器の側端から見た断面図を示す。変換器素子30は、弓形部材35を形成する非導電材料内に入れられるか又は成形される。弓形部材35は、当業技術で公知の様々な製造技術を用いて形成することができる。例えば、1つの技術では、変換器素子30を収納するために弓形部材35内に空隙又は開口部を形成し、付加的な材料を用いて収納された素子を入れ込み、アセンブリを完成する。別の技術では、弓形部材35を変換器素子30及び導体37回りに成形する。尚、本明細書に示す実施形態は、分かりやすいように一般的に実際の尺度又は正確な寸法で示されていない。例えば、弓形部材35を形成する材料の壁は、任意の望ましい厚さで形成してもよいが、音響エネルギーの伝播を改善するためにはより薄い壁が一般的に好ましい。

10

【0013】

電気導体37は、以下で更に説明するように、素子へ及び素子から電圧/信号をルーティングするために変換器素子30の表面と接触するように弓形部材35内に配置される。導体37は、弓形部材35の両端から延び、露出したリード線39で終端する。当業技術で公知の方法で任意の適切な導体を使用することができる。いくつかの実施形態は、変換器素子30を覆うように配置された「メッシュ」層を形成する一連のフィラメント導体を含む導電材料を使用する導体37で構成することができる。メッシュ型の導体37を実施するために使用することができる層又はフィルムを形成するように構成された導電材料は、市販されている（例えば、インターネット上の<http://www.marianinc.com>で入手可能な「MARIAN（登録商標）」製品を参照）。いくつかの実施形態は、化学蒸着技術、マスキング技術、又は他の公知の積層処理（図示せず）によって形成された導体37で実施することができる。本発明の更に他の実施形態は、フレックス回路と呼ばれるストリップを使用して形成された導体で実施することができる（米国特許第6,351,127号、第6,690,170号、第6,667,620号、及び第6,380,744号に説明されている）。フレックス回路型の実施形態は、導電性材料又は物質が含浸した適切な材料（例えば、ポリイミドフィルム、誘電フィルム基板、ポリエステルフィルム）で形成することができる。可撓性フィルムを形成するためのストリップを製造する技術は、米国特許第6,208,031号に説明されている。

20

30

【0014】

地表下用途に対して設計された本発明の弓形変換器の実施形態は、掘削環境に存在する厳しい状況に耐えることができるべきである。弓形部材35は、収納された変換器素子30と共に、保護及び音透過性バリアを形成する密封材料40でアセンブリをオーバーモールドするか又は覆うことによって保護することができる。使用可能な密封材料としては、ゴム化合物又は任意の他の適切な樹脂又は複合材料が含まれる。また、弓形部材35は、個々の変換器素子30を完全に入れ込むように形成することができる。間隙又は間隔を素子30との間に残す他の実施形態では、素子間の空間を埋めるように適切な非導電材料42（例えば、ゴム）を加えることができる。

【0015】

40

図6は、本発明の2つの個々の音響変換器の実施形態を示す。2つの弓形部材35は、部材上の変換器素子30の配置を示すために側面が断面図の状態を示されている。これらの音響源の実施形態は、重質量を負荷した変換器素子30を用いて実施される。図2に示すように、無負荷つまり単純な変換器素子で他の実施形態を実施することもできる。分かりやすいように、図6の変換器の実施形態は、2つの変換器素子30が各弓形部材35内に配置された状態で示されている。任意数の行又は列を必要に応じて形成するように任意数の変換器素子が弓形部材に配置された状態で他の実施形態を実施することもできる（図4を参照）。

【0016】

図6に示す変換器は、重質量材料32の部分が弓形部材35の凹状側面に向いて部材内

50

に入るように変換器素子 30 の近くに配置された状態で実施される。各部材 35 は、防水ユニットを形成するように密封材料 40 で完全に覆われる。変換器素子 30 は、素子の表面と接触するように弓形部材 35 内に配置された導体 37 によって並列に電氣的に接続され、端部リード線 39 のみがむき出し状態になる。負荷のある変換器素子 30 で実施された時、導体 37 が負荷変換器 30 の外面に沿って配置される場合、導電性の重質量材料 32（例えば、タングステン）が使用される。導体 37 が変換器素子 30 と重質量材料 32 の間に配置された状態で他の実施形態を実施することもできる（図示せず）。

【 0 0 1 7 】

図 7 は、本発明の変換器の実施形態を示す。本発明の 2 つの独立した弓形部材 3 5 は、管状体 1 3 の外周部回りに形成された窪み内に配置されている。米国特許第 6, 7 8 8, 0 6 5 号では、本発明の実施形態を実施するのに使用することができる窪み及びシールド構成で構成された様々な管状体が説明されている。部材 3 5 の各々は、管状体 1 3 を取り囲む回転柱面の半分を形成する。部材 3 5 からの導体リード線は、分かりやすいように図示されていない。部材 3 5 からのリード電線（図 6 のアイテム 3 9）は、直接又は間接を問わず、無数の従来手段を通じて電源と結合させることができることを当業者は理解するであろう。この 2 つの独立した弓形部材 3 5 は、従来の単一ユニット音響源を凌ぐ多くの利点を有する。個々の部材 3 5 は、組立て、トラブルシューティング、修理、及び変換器装置の交換を容易にする。

【 0 0 1 8 】

図 8 は、図 7 の管状体 13 上に配置された変換器の 1 つの断面図を示す。密封された弓形部材 35 は、音響源として作動させた時に広い周波数範囲で音響エネルギーを放射するように、無負荷変換器素子 30 表面が露出した状態で管状体 13 の外面と並置して配置される。重質量材料 32 と高感度変換器素子 30 との組合せは、管状体内の振動を少なくするのを助け、音の方向性を改善する。負荷素子 30 は、一般的に金属である管状体 13 の近くに配置されるので、音響エネルギーの一部を管状体表面から離れるように反射し、素子 30 の外面から放射された音響エネルギーと組み合わせることによって音の方向性が向上する。管状体 13 の方向への音響エネルギー伝播のこの減衰により、いわゆる「ツールモード」の励起が少なくなる。

【 0 0 1 9 】

本発明の変換器の実施形態は、管状体の回りに配置された複数の弓形部材で実施することができる。図9は、各々が管状体13回りに配置された回転柱面の四分円を形成する本発明の4つの個々の弓形部材35の上面図を示す。導体及び変換器素子は、分かりやすいように全ての図において図示されていない。

また、本発明の弓形変換器は、任意の 1 つの弓形部材上の変換器素子のサブセットから別々で時限の励起又は受信を行うように電氣的に構成することができる。図 10 は、側面 A 上の変換器素子が側面 B 上の変換器素子と絶縁されるように、付加的な組の導体で内部構成された二次元つまり平面として投影された本発明の弓形部材 35 を示す。

【 0 0 2 0 】

図 11 は、回転柱面を形成するために互いに並列配置された、図 10 に示すものと類似の 2 つの弓形変換器を示す。2 つの弓形部材 35 内の変換器素子サブセットは、ダウンホール管状体の音響源として実施された時、必要に応じて掘削孔の音響モードを実質的に励起するために、選択されたパターンで別々に励起することができる。図 11 は、双極子モードによる励起を生成するために、1 つの分極化で同時に励起される図の左側つまり「A」側の変換器素子と、反対の分極化で同時に励起される右側つまり「B」側の変換器素子とを示す。代替的に、図 9 に示す 4 つの四分円弓形変換器による実施形態を使用して望ましい励起を生成することができる。本発明の弓形変換器は、単極子、双極子、四極子、及びより高い次数のモードの掘削孔音響モードを励起するための音響源として作動させることができることを当業者は認めるであろう。また、検出された音響エネルギーに関連する別々の信号を選択されたパターン又はタイミングシーケンスで生成するように弓形変換器を適応させることができることも理解される。

【 0 0 2 1 】

図 1 2 は、セグメント A、B、C 上の変換器素子が互いに絶縁されるように付加的な組の導体で内部構成された本発明の別の弓形部材 3 5 を示す。望ましいパターン又はタイミングシーケンスで素子を励起 / 使用可能にすることにより、音響エネルギー / 信号のフェーズドアレイを取得することができる。例えば、図 1 2 の変換器の実施形態は、部分 A における素子 3 0 のサブセットが時間 T 1 に、サブセット B が T 2 に、サブセット C が T 3 に励起 / 使用可能されるように構成することができる。従来の電子機器及びプロセッサ手段を弓形変換器とリンクさせ、当業技術で公知の方法でこれらの機能を達成することができることを当業者は理解するであろう。

【 0 0 2 2 】

本発明の他の変換器実施形態を金属弓形部材で実施することができる。図 1 3 は、金属弓形部材の上面断面図を示す。部材 3 5 は、任意の適切な金属（例えば、アルミニウム、ステンレス鋼）で形成することができる。部材 3 5 自体が電圧を変換器素子 3 0 に供給するための導体として使用することができるように、導電金属が好ましい。変換器素子 3 0 は、導電性接着剤を使用して金属部材 3 5 に貼り付けてもよく、又は、変換器を封入するために使用されるオーバーモールド法 4 0 によって所定の位置に単に入れ込むこともできる。素子 3 0 は、滑らかな面を有する金属部材 3 5 上に、又は金属部材 3 5 内に形成された空隙又は窪み（図示せず）内に配置することができる。上述のように素子 3 0 を覆って封入するために、任意の適切な非導電材料 4 0 を使用することもできる。導電性部材 3 5 については、部材と電源を連結するためにリード電線 3 9 が使用される。上述のように、導体 3 7 は、素子を電氣的に並列に接続するために素子 3 0 の外面を覆うように配置される。非導電性金属弓形部材で構成された実施形態は、本明細書に説明するように電圧を変換器に供給するための別の導体を使用して実施することができる。金属部材 3 5 変換器は、望ましい音響エネルギーの減衰をもたらし、負荷素子 3 0 を使用しなくても音の方向性を改善する。本発明の金属変換器実施形態は、非金属実施形態について説明したのと同じ方法及び同じ構成で管状体上に配置することができる。

【 0 0 2 3 】

本発明の弓形変換器は、管状体（図示せず）の縦軸線に沿って特定領域又は千鳥の方位領域を取り囲むために、図 7 及び図 9 に示すように管状体 1 3 の全周を取り囲むように配置することができる。配置された変換器の弓形設計は、大径又は小径の管状体上に配置することを可能にするものである。従来の弓形変換器（例えば、オイル補償を用いるもの）とは異なり、開示する変換器の小型で液体のない構成により、変換器を当業技術で公知の任意の適切な手段を用いて管状体上に取り付けて保持することができる。例えば、変換器は、それらは密封されて防水であるから、ワイヤライン器具又は磨耗が決定的な要素ではない他の用途で実施された時、管状体の空洞内に適切な化合物を用いて単に入れ込むことができる。

【 0 0 2 4 】

図 1 4 は、本発明の弓形変換器 3 5 による実施形態と連結させることができる電子機器モジュール 1 0 0 の全体的な概略配置図を示す。モジュール 1 0 0 は、前置増幅器段 1 0 1、フィルタ段 1 0 2、アナログ / デジタル変換器（A D C）段 1 0 3、及び電力増幅器段 1 0 6 を含む。モジュール 1 0 0 は、リード線 1 0 5 を通じた出力のために 1 つのチャンネルに「n 個」の信号を流すようになった n 対 1 マルチプレクサ（M U X）ユニット 4 4 に接続された状態で示されている。弓形変換器 3 5 に接続されたスイッチ 1 0 8 は、位置 1 と位置 2 の間で切り換えを行う。位置 1 において、変換器素子 3 5 は、電力増幅器段 1 0 6 によって起動され、変換器は、音響源として実施される。本発明の変換器には、多相電圧を印加することができる。スイッチ 1 0 8 が位置 2 の状態で、前置増幅器段 1 0 1 は、受信器を実施するためのモジュール 1 0 0 を通じて処理するために、素子によって検出されたアナログ音響エネルギー信号を受信する。小型パッケージ及び低電力電子機器モジュール 1 0 0 は、電力消費量を最小限に抑え、デジタル信号はアナログ信号に比較するとクリーンなのでノイズ低減を改善する。また、デジタル化された信号データは、必要に

10

20

30

40

50

じて、不要なノイズのない付加的な処理を行うために遠距離にルーティングすることもできる。

【 0 0 2 5 】

本発明の二重目的変換器 3 5 (すなわち、ソース - センサ) は、パルスエコー測定を考慮したものである。当業技術で公知のように、掘削孔壁から反射したパルスエコー信号の双方向移動時間の測定結果は、掘削孔幾何学形状、例えばその半径の判断に使用することができる。電子機器モジュール 1 0 0 を使用して、変換器は、掘削孔内でのパルスエコー測定結果を取得するためにモードの切換えを行うことができる。音響信号測定値データは、当業技術で公知の従来の技術を用いて処理することができる。

【 0 0 2 6 】

当業者に公知のように、ダウンホール用途に対して設計された管状体は、極端な温度及び圧力に加えて、累層切断が装置を損傷する可能性が高い皺のある角々しい掘削環境の影響を受ける。ダウンホール条件は、深くなれば徐々に過酷なものとなり、これは、外部つまり露出した構成要素の劣化を増幅する。更に、疲労荷重 (すなわち、LWD 作動における管状体の曲げ及び回転) は、掘削作業において問題になる。図 1 5 に戻ると、弓形変換器を覆って保護するために、管状体 1 3 上に 1 つ又はそれ以上のシールド 4 4 を配置することもできる。シールド 4 4 は、金属、プラスチック化合物 (例えば、「PEEK (登録商標)」)、又は当業技術で公知の任意の適切な材料で形成することができる。シールド 4 4 は、ファスナ (例えば、ネジ) 又は当業技術で公知の任意の適切な手段を用いて管状体 1 3 上に取り付けることができる。図 1 6 は、本発明の弓形部材 3 5 を装備した管状体 1 3 を含む掘削装置の上面図を示す。管状体 1 3 はまた、4 つの弓形変換器を覆う 4 つの個々のシールド 4 4 A、4 4 B、4 4 C、4 4 D を装備している。

【 0 0 2 7 】

シールド 4 4 は、シールドと弓形部材 3 5 の間の間隔内における掘削孔流体の通過を可能にするために、空隙又は開口 (例えば、穴又は溝穴) から成ることが好ましい。図 1 7 は、図 1 6 に示すような 4 つ弓形部材 3 5 を取り囲むように管状体上に配置された独立したシールド 4 4 A、4 4 B、4 4 C、4 4 D を含む本発明の実施形態を示す。説明を目的とした図 1 7 に示すように、開口 4 6 は、シールド 4 4 上の異なる位置に形成することができる。シールド 4 4 A は、上下縁部の近くに形成された 2 つの開口 4 6 で構成される。シールド 4 4 B は、上下縁部に形成された開口 4 6 で構成される。シールド 4 4 C は、中心部に形成された開口 4 6 で構成される。また、シールド 4 4 D は、側縁部に形成された状半月形開口 4 6 で構成される。弓形変換器は、図 1 7 では、分かりやすいように図示されていない。

【 0 0 2 8 】

弓形変換器を覆うためのワンピースシールドを使用し、及び / 又は開口なしのシールドを用いて、代替実施形態を構成することができる (図 1 5 を参照)。シールドは、当業技術で公知の任意の適切な手段を用いて管状体 1 3 上に配置することができる。上述のように、本発明の弓形部材との信号 / 電力接続は、様々な公知の技術を用いて実施することができる。また、当業技術で公知のように、付加的な望ましい構成要素 (例えば、電子機器、遠隔測定手段、メモリストレージ、その他) を本発明の実施形態と共に実施することができる。

【 0 0 2 9 】

管状体上に本発明の音響変換器を配置する方法は、弓形部材を管状体の外面上に配置する段階を伴い、弓形部材は、管状体に対して独立に形成され、列を形成してそこに配置された複数の音響変換器素子を有する。弓形部材は、導体によって電圧を変換器素子に供給するようになっており、液体のないユニットをもたらすために密封材料で覆われる。

管状体上に本発明の音響変換器を配置する別の方法は、金属弓形部材を管状体の外面上に配置する段階を伴い、弓形部材は、管状体に対して独立に形成され、そこに配置された少なくとも 1 つの音響変換器素子を有する。金属弓形部材は、液体のないユニットをもたらすために密封材料で覆われる。

【0030】

図18は、本発明の別の実施形態を示す。本発明の弓形変換器は、各累層を貫通する掘削孔12に配置されたダウンホール装置90に取り付けられる。弓形部材35は、管状体13上の浅い窪みに位置し、シールド44は、本明細書で説明するように変換器の上に取り付けられる。管状体13はまた、地表下測定のための多軸電磁アンテナと適切な回路を有する電子機器92及び93を含む。また、当業技術で公知のように、一連の従来の音響センサ94が管状体13上に取り付けられる。管状体13は、ワイヤラインシステムの場合は検層ケーブル59により、掘削時システムの場合は掘削ストリング95によって掘削孔12に支持された状態で示されている。ワイヤライン用途に関しては、管状体13は、地表機器98によって制御されたウィンチ97によって掘削孔12内で昇降される。検層ケーブル又は掘削ストリング95は、信号及び制御通信のためにダウンホール電子機器92及び93を地表機器98に接続する導体99を含む。代替的に、これらの信号は、管状体13内で処理又は記録され、処理されたデータは、当業技術で公知のように地表機器98に伝達することができる。本発明の弓形変換器実施形態のいずれも、本明細書で説明するように従来の管状体上に取り付けることができる。当業技術で公知のように、従来の電子機器、リンク用構成要素、及びコネクタを使用して、測定及び通信装置上で本発明の弓形変換器を実施することができる。

10

【0031】

本発明は、音響変換器が使用される任意の分野に適用可能であってその分野で実施することができ、本発明は、地表下の管状体関連の用途に限定されないことを当業者は認めるであろう。また、開示した変換器は、いかなる特定の周波数又は周波数範囲の作動にも限定されないことも認められるであろう。実施形態はまた、矩形素子以外に他の形状及び寸法で構成された変換器素子を用いて実施することもできる。

20

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】従来のダウンホール音響ツールの概略図である。

【図2A】一般的な変換器素子の概略図である。

【図2B】典型的な1 - 3圧電複合型変換器素子の概略図である。

【図3A】本発明による重質量材料を充填した変換器素子の概略図である。

【図3B】本発明による重質量材料を充填した1 - 3圧電複合型変換器素子の概略図である。

30

【図4】本発明による変換器素子を装備した弓形部材の二次元投影図である。

【図5】本発明による弓形音響変換器の断面図である。

【図6】本発明による2つの個々の弓形音響変換器の概略図である。

【図7】本発明により管状体上に取り付けられた2つの個々の弓形音響変換器の概略図である。

【図8】図7で管状体上に配置された弓形変換器の断面図である。

【図9】本発明により管状体上に配置された円筒回転面の四分円を形成する4つの個々の弓形部材の上面図である。

【図10】本発明による絶縁変換器素子の組で構成された弓形部材の二次元投影図である。

40

【図11】図10に示す実施形態と類似の2つの弓形部材の概略図である。

【図12】本発明によるフェーズドアレイ励起/信号受信のために配置された絶縁変換器素子の組で構成された弓形部材の二次元投影図である。

【図13】本発明による金属弓形変換器の上面図である。

【図14】本発明による変換器電子機器モジュール及びマルチプレクサモジュールの概略図である。

【図15】本発明により管状体上に取り付けられたシールド弓形変換器の概略図である。

【図16】本発明により嵌合シールドで管状体上に配置されたマルチ部材弓形変換器の上面図である。

50

【図 1 7】本発明による弓形変換器及び保護シールド実施形態を装備した管状体の概略図である。

【図 1 8】本発明による弓形変換器を含む掘削装置の概略図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 3 】

3 0 単一矩形 1 - 3 圧電複合型素子

3 2 重質量材料

【図 1】

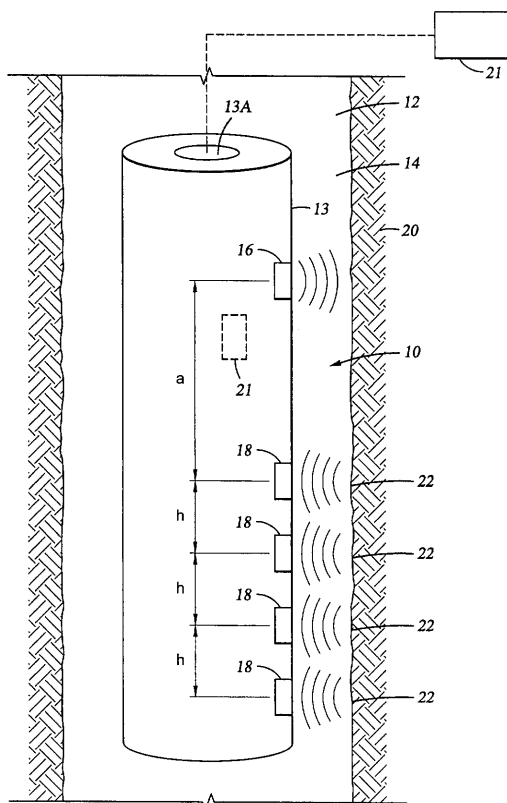
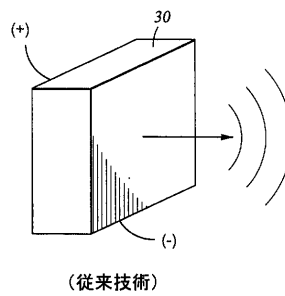


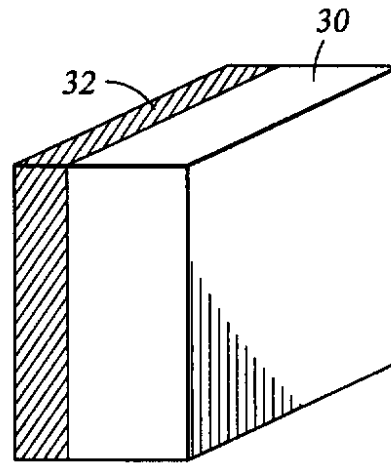
図1
(従来技術)

【図 2 A】

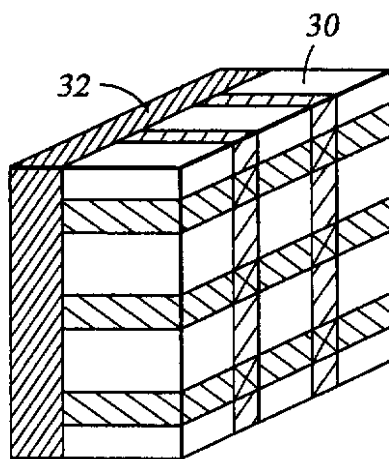


(従来技術)

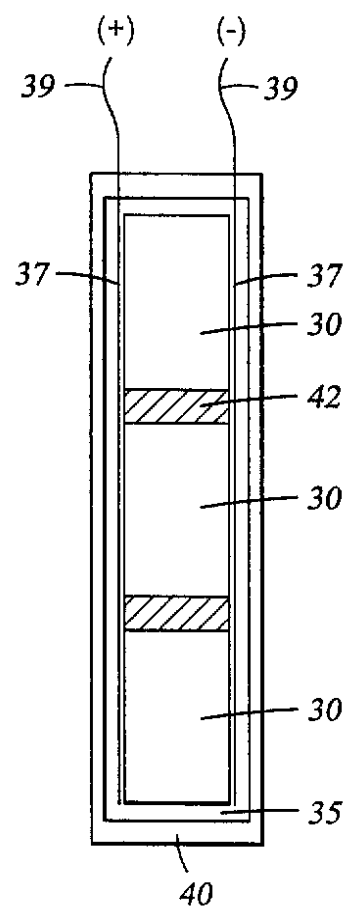
【 図 3 A 】



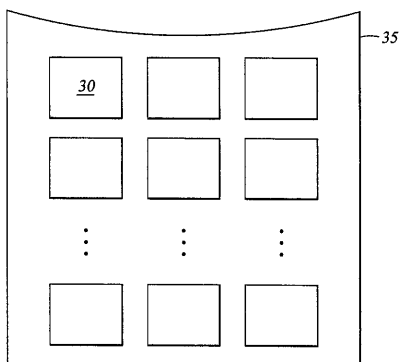
【 図 3 B 】



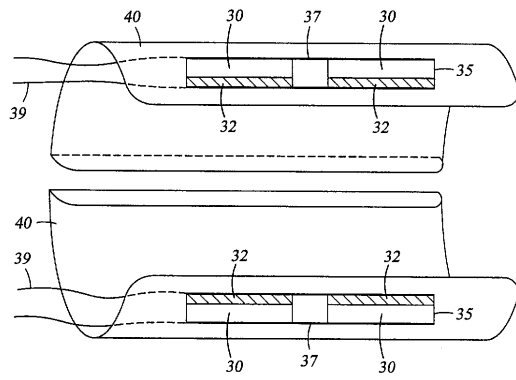
【 図 5 】



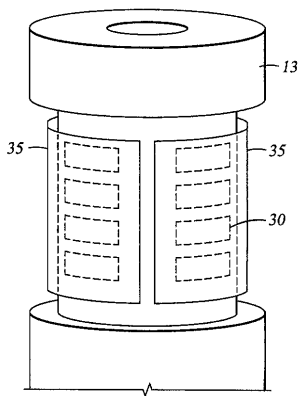
【 図 4 】



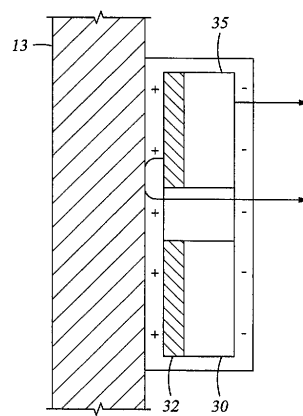
【図 6】



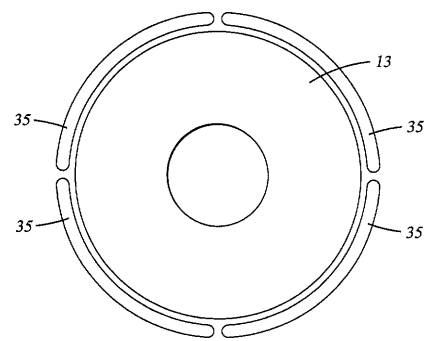
【図 7】



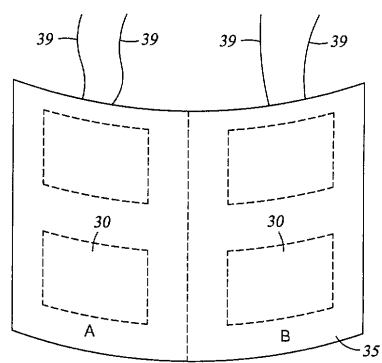
【図 8】



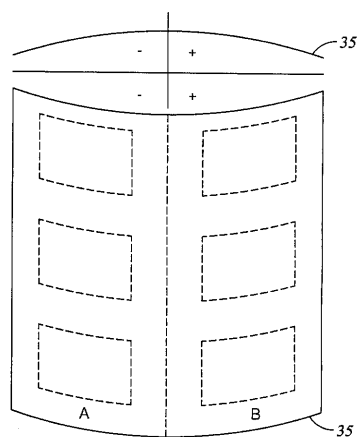
【図 9】



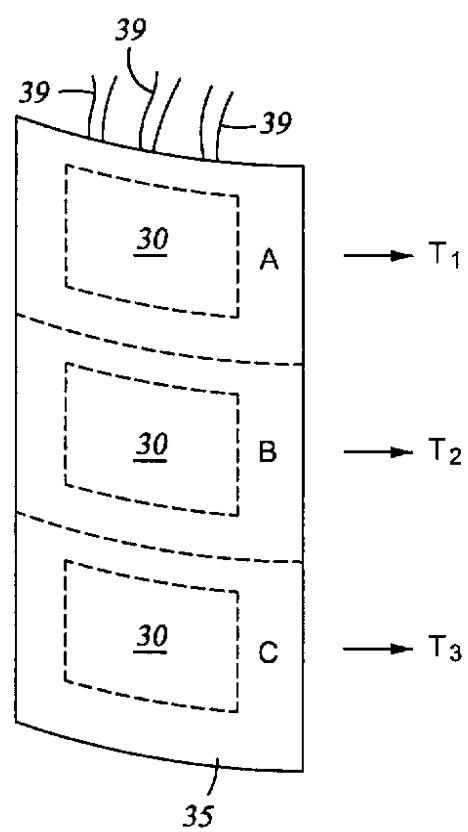
【図 10】



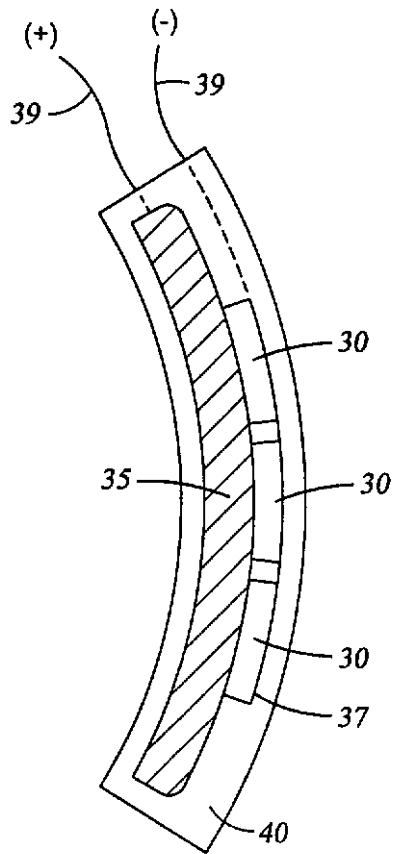
【図 11】



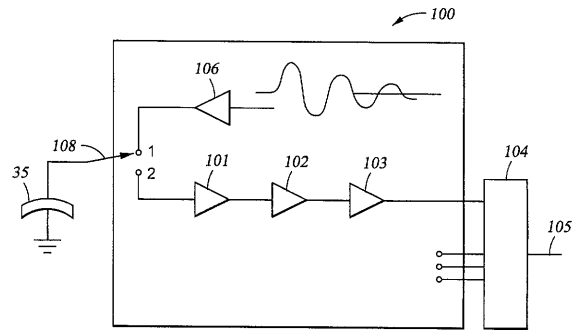
【図 12】



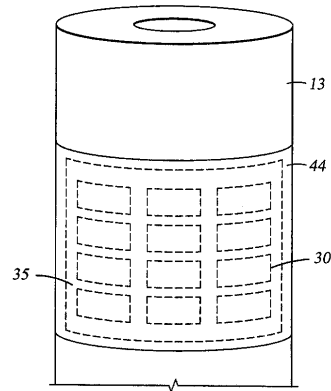
【図13】



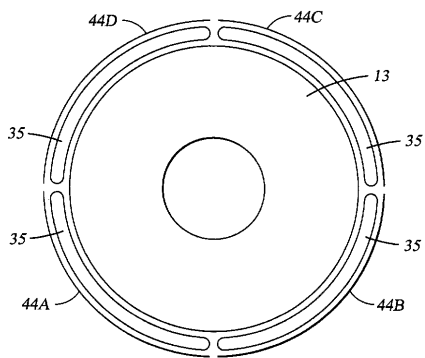
【図14】



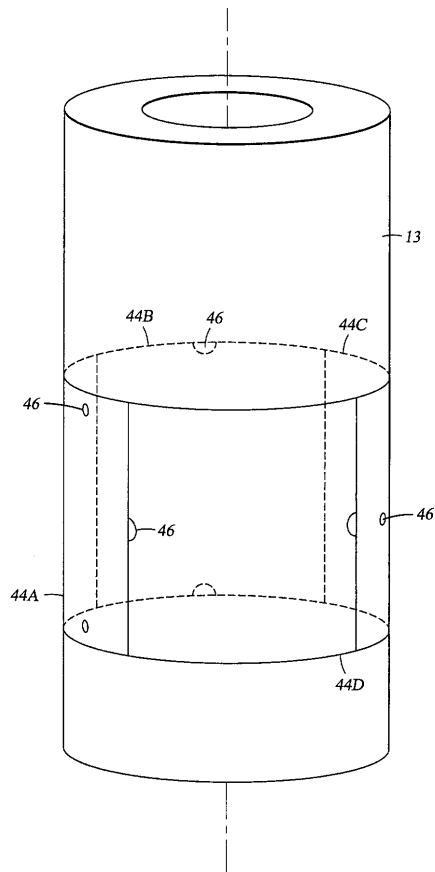
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(74)代理人 100086771

弁理士 西島 孝喜

(74)代理人 100109335

弁理士 上杉 浩

(72)発明者 フェルナンド ガルシア オスーナ

アメリカ合衆国 テキサス州 77479 シュガーランド イーグル トレイス コート 54
10

(72)発明者 ジャン ピエール マッソン

アメリカ合衆国 テキサス州 77469 リッチモンド ウェスト ハイデン レイクス ドラ
イヴ 10610

審査官 大野 弘

(56)参考文献 実開平04-094900(JP,U)

特開平08-175490(JP,A)

特開平03-191698(JP,A)

国際公開第2002/039143(WO,A1)

特表2004-523734(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 17/00

G01S 7/521

H04R 17/02