

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6616781号
(P6616781)

(45) 発行日 令和1年12月4日(2019.12.4)

(24) 登録日 令和1年11月15日(2019.11.15)

(51) Int.Cl.	F I
H O 4 R 29/00 (2006.01)	H O 4 R 29/00 3 1 0
H O 4 R 3/00 (2006.01)	H O 4 R 3/00 3 1 0
H O 4 R 17/00 (2006.01)	H O 4 R 17/00
H O 4 R 1/44 (2006.01)	H O 4 R 1/44 3 1 0
G O 1 S 7/52 (2006.01)	H O 4 R 1/44 3 2 0

請求項の数 28 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-557531 (P2016-557531)	(73) 特許権者	516166041
(86) (22) 出願日	平成26年12月4日 (2014.12.4)		エアマー・テクノロジー・コーポレーション
(65) 公表番号	特表2017-510194 (P2017-510194A)		A I R M A R T E C H N O L O G Y C O R P O R A T I O N
(43) 公表日	平成29年4月6日 (2017.4.6)		アメリカ合衆国, ニューハンプシャー州
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/068575		O 3 O 5 5, ミルフォード, メドーブルック
(87) 国際公開番号	W02015/085072		ドライブ 3 5
(87) 国際公開日	平成27年6月11日 (2015.6.11)	(74) 代理人	100087941
審査請求日	平成29年10月5日 (2017.10.5)		弁理士 杉本 修司
(31) 優先権主張番号	14/099, 281	(74) 代理人	100086793
(32) 優先日	平成25年12月6日 (2013.12.6)		弁理士 野田 雅士
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100112829
			弁理士 堤 健郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ソースレベルの監視機能および制御機能を備えた音響プロジェクト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信源から受信した駆動信号にตอบสนองして音圧放射を生成する海洋音響送信トランスデューサと、

前記音圧放射の少なくとも一部を受信したことにตอบสนองしてソースレベル信号を生成する海洋音響受信トランスデューサと、

前記駆動信号の電圧レベルを測定するように構成された電圧監視回路と、

前記駆動信号の電流レベルを測定するように構成された電流監視回路と、

前記音圧放射の音響出力を制御するために、前記ソースレベル信号を監視し、このソースレベル信号に基づいて前記駆動信号を制御するように構成されたコントローラと、

を備え、
前記コントローラは、さらに、前記測定された電圧レベルと前記測定された電流レベルとを監視し、前記監視した電圧レベルと前記監視した電流レベルとに基づいて前記海洋音響送信トランスデューサのインピーダンスの指標を取得して欠陥が存在するか否かを判断するように構成されている、音響プロジェクト。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記コントローラが、前記監視したソースレベル信号を、このソースレベル信号に基づいて前記駆動信号を制御するように構成された遠隔コントローラに報告するように構成されている、音響プロジェクト。

【請求項 3】

10

20

請求項 1 または 2 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記コントローラが、さらに、前記監視した電圧レベルを報告するように構成されている、音響プロジェクト。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記コントローラが、さらに、前記監視した電圧レベルを、この監視した電圧レベルにさらに基づいて前記駆動信号を制御するように構成された遠隔コントローラに報告するように構成されている、音響プロジェクト。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の音響プロジェクトにおいて、前記コントローラが、さらに、

前記監視した電流レベルを報告するように構成されている、音響プロジェクト。

10

【請求項 6】

請求項 5 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記コントローラが、前記監視した電流レベルを、この監視した電流レベルにさらに基づいて前記駆動信号を制御するように構成された遠隔コントローラに報告するように構成されている、音響プロジェクト。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記コントローラが前記インピーダンスの前記指標にさらに基づいて前記駆動信号を制御するように構成されている、音響プロジェクト。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の音響プロジェクトにおいて、前記海洋音響受信トランスデューサが水中マイクロフォンを備える、音響プロジェクト。

20

【請求項 9】

請求項 8 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記水中マイクロフォンがポリマーフィルムを備える、音響プロジェクト。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記ポリマーフィルムが圧電ポリフッ化ビニリデン（P V D F）を備える、音響プロジェクト。

【請求項 11】

請求項 8 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記水中マイクロフォンが圧電セラミックスを備える、音響プロジェクト。

30

【請求項 12】

送信源から受信した駆動信号に応答して、海洋音響送信トランスデューサにおいて音圧放射を生成することと、

前記音圧放射の少なくとも一部を受信したことに応答して、海洋音響受信トランスデューサにおいてソースレベル信号を生成することと、

前記音圧放射の音響出力を制御するために、前記ソースレベル信号を監視し、このソースレベル信号に基づいて前記駆動信号を制御することと、

前記駆動信号の電圧レベルおよび前記駆動信号の電流レベルを監視することと、

前記監視した電圧レベルと前記監視した電流レベルとに基づいて前記海洋音響送信トランスデューサのインピーダンスの指標を取得して欠陥が存在するか否かを判断することと

40

を含む方法。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の方法において、前記音圧放射の前記音響出力を制御するために、このソースレベル信号に基づいて前記駆動信号を制御することが、バスを介して遠隔コントローラに前記ソースレベル信号を報告することを含む、方法。

【請求項 14】

請求項 12 または 13 に記載の方法において、さらに、前記監視した電圧レベルを報告することを含む、方法。

50

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の方法において、前記監視した電圧レベルを報告することが、前記監視した電圧レベルを、バスを介して遠隔コントローラに報告することを含み、
当該方法が、さらに、
前記監視した電圧レベルにさらに基づいて前記駆動信号を制御することを含む、方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 2 から 1 5 のいずれか一項に記載の方法において、さらに、
前記監視した電流レベルを報告することを含む、方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の方法において、前記監視した電流レベルを報告することは、前記監視した電流レベルを、バスを介して遠隔コントローラに報告することを含み、
当該方法が、さらに、
前記監視した電流レベルにさらに基づいて前記駆動信号を制御することを含む、方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 2 に記載の方法において、さらに、
前記インピーダンスの前記指標を、バスを介して遠隔コントローラに報告することと、
前記インピーダンスの前記指標にさらに基づいて前記駆動信号を制御することを含む、方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記海洋音響送信トランスデューサおよび前記海洋音響受信トランスデューサが、防水筐体内に存在する、音響プロジェクト。

【請求項 2 0】

請求項 1 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記海洋音響送信トランスデューサおよび前記海洋音響受信トランスデューサが、共通の回路基板に取り付けられている、音響プロジェクト。

【請求項 2 1】

請求項 1 2 に記載の方法において、前記海洋音響受信トランスデューサにおいて前記ソースレベル信号を生成することが、前記海洋音響送信トランスデューサおよび海洋音響受信トランスデューサを収容するように構成された防水筐体内で前記ソースレベル信号を生成することを含む、方法。

【請求項 2 2】

請求項 1 2 に記載の方法において、前記海洋音響受信トランスデューサにおいて前記ソースレベル信号を生成することが、前記海洋音響送信トランスデューサおよび海洋音響受信トランスデューサが取り付けられた共通の回路基板上において前記ソースレベル信号を生成することを含む、方法。

【請求項 2 3】

請求項 1 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記音圧放射が約 7 k H z ～約 1 0 k H z の周波数範囲内にある、音響プロジェクト。

【請求項 2 4】

請求項 1 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記音圧放射が海洋哺乳動物を撃退する周波数範囲内にある、音響プロジェクト。

【請求項 2 5】

請求項 1 2 に記載の方法において、前記音圧放射が約 7 k H z ～約 1 0 k H z の周波数範囲内にある、方法。

【請求項 2 6】

請求項 1 2 に記載の方法において、前記音圧放射が海洋哺乳動物を撃退する周波数範囲内にある、方法。

【請求項 2 7】

請求項 1 に記載の音響プロジェクトにおいて、前記音圧放射が k H z 周波数帯にある、音響プロジェクト。

10

20

30

40

50

【請求項 28】

請求項 12 に記載の方法において、前記音圧放射が kHz 周波数帯にある、方法。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本出願は、2013年12月6日出願の米国特許出願第14/099,281号の優先権を主張するものである。上記出願の全教示内容は、参照をもって本明細書に取り入れたものとする。

【背景技術】

【0002】

商業養魚場およびスポーツ養魚場では、アザラシやアシカなどの海洋哺乳動物が入ってくるのが深刻な問題である。哺乳動物は水中に沈めた魚囲い内に飼育されている魚を捕食し、養魚場に損害を引き起こしている。したがって、養魚場にとっては、哺乳動物を魚囲いから遠ざけておくことが重要である。

【0003】

ほとんどの海洋哺乳動物は優れた聴覚を有しており、それら海洋哺乳動物が住む水は音を伝送するのに優れた媒体である。海洋哺乳動物を撃退する方法として、海洋哺乳動物を警戒させたりイライラさせたりする音を水面下で伝送することが採用されている。海洋哺乳動物を水中のある領域に寄せ付けない典型的な音響的抑止システム（音により怖気づかせるシステム）は、水中の前記ある領域の水面下に位置する 1 つ以上の音響プロジェクトを駆動する送信・制御回路を含む回路を有する。音響プロジェクトは、魚囲いの水中に高周波の（例えば約 7 ~ 10 kHz の）パルス音響信号を定期的にバースト（発生）させて海洋哺乳動物を魚囲いから遠ざける送信トランスデューサを含む。

【0004】

ソナー装置（水中音波探索装置）には、スポーツ釣り、ナビゲーション、スキューバダイビング、ならびにいくつかの他の娯楽活動および商業活動において、幅広い用途がある。ソナーシステムは、典型的には、ソナーユニットと、送受信トランスデューサを含む音響プロジェクトとを備える。ソナーユニットは、操作者に情報を提供するディスプレイを備える。音響プロジェクトは、水面下に設置されており、サウンドパルスの生成と、水中の物体からもしくは底表面からまたはその両方からのエコーの受信とを担う。ソナーシステムの典型的用途は、魚群探知機としての使用である。

【0005】

ソナーユニットは、かなり高い出力電力で音波信号の数サイクルからなるサウンドパルスを生成する回路を備える。このパルスは、遮蔽ツイストペアケーブルを介して送受信トランスデューサへ送られる。送信モードでパルスを送信した後、送受信トランスデューサは、受信モードでエコーを「聞く」ために使用される。受信されたエコーは、数ミリボルト程度の極めて小さい信号を生成し、これらの信号がソナーユニットの受信器回路に送られる。ソナーユニットでは、受信されたエコーが増幅され、フィルタリングされ、解析される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

音響的抑止システムおよびソナーシステムにおいては、音響プロジェクトの実際の音響出力を現場においてリアルタイムで監視する必要がある。本発明は、水中マイクロフォン（hydrophone）のような別体の受信トランスデューサを用いた、音プロジェクトの音響のソースレベル（音源レベル）の監視および制御に関する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

一構成において、音響プロジェクトは、送信源（トランスミットソース）から受信した駆動信号に応答して音圧放射を生成可能な音響送信トランスデューサと、前記音圧放射の少なくとも一部を受信したことに応答してソースレベル信号（音源レベル信号）を生成可

10

20

30

40

50

能な音響受信トランスデューサと、前記ソースレベル信号を監視し、前記監視したソースレベル信号を報告するように構成されたコントローラと、を備える。前記コントローラは、前記監視したソースレベル信号を、このソースレベル信号に基づいて前記駆動信号を制御するように構成された遠隔コントローラに報告するように構成されてもよい。

【0008】

前記音響プロジェクトは、前記駆動信号の電圧レベルを測定するように構成された電圧監視回路を備えてもよく、前記コントローラは、前記測定された電圧レベルを監視し、この監視した電圧レベルを報告するように構成されてもよい。前記コントローラは、前記監視した電圧レベルを、この電圧レベル信号に基づいて前記駆動信号を制御するように構成された遠隔コントローラに報告するように構成されてもよい。

10

【0009】

前記音響プロジェクトは、前記駆動信号の電流レベルを測定するように構成された電流監視回路を備えてもよく、前記コントローラは、前記測定された電流レベルを監視し、この監視した電流レベルを報告するように構成されてもよい。前記コントローラは、前記監視した電流レベルを、この電流レベル信号に基づいて前記駆動信号を制御するように構成された遠隔コントローラに報告するように構成されてもよい。

【0010】

前記音響プロジェクトは、前記駆動信号の電圧レベルを測定するように構成された電圧監視回路と、前記駆動信号の電流レベルを測定するように構成された電流監視回路とを備えてもよく、前記コントローラは、前記測定された電圧レベルと前記測定された電流レベルとを監視し、前記監視した電圧レベルと前記監視した電流レベルとに基づいて前記音響送信トランスデューサのインピーダンスの指標（インピーダンスを示す大きさ）を取得するように構成されてもよい。前記コントローラは、インピーダンスの前記指標を、前記インピーダンスの指標に基づいて前記駆動信号を制御するように構成された遠隔コントローラに報告するように構成されてもよい。

20

【0011】

前記音響受信トランスデューサは、水中マイクロフォンを備えてもよい。いくつかの実施形態では、前記水中マイクロフォンは、圧電ポリフッ化ビニリデン（P V D F）のようなポリマーフィルムを備える。他の実施形態では、前記水中マイクロフォンは圧電セラミックスを備える。

30

【0012】

他の構成において、方法が、送信源から受信した駆動信号に応答して、音響送信トランスデューサが音圧放射を生成することと、前記音圧放射の少なくとも一部を受信したことに応答して、音響受信トランスデューサがソースレベル信号を生成することと、前記ソースレベル信号を監視し、前記監視したソースレベル信号を報告することと、を含む。

【0013】

上記は、添付図面に示す以下の本発明の例示的な実施形態の更に詳細な説明から明らかになるであろう。添付図面において、異なる図面全体にわたり、同様の部分は同様の参照符号で示す。図面は必ずしも原寸に比例しておらず、本発明の実施形態の説明に重点が置かれている。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】例示的な実施形態のブロック図である。

【図2】信号監視回路の例示的な実施形態の回路ブロック図である。

【図3】例示的な音響プロジェクトの概略斜視図である。

【図4A】図3の例示的な回路基板の図である。

【図4B】図3の例示的な回路基板の図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の例示的な実施形態を以下に記述する。

50

【0016】

図1に、測深器システムの例示的な実施形態のブロック図を示す。この測深器システムは、送信源118とマイクロプロセッサ120とに接続された音響プロジェクタ102を備える。音響プロジェクタ102と送信源118とは、ツイストペアケーブル122、124を介して接続されている。音響プロジェクタ102とマイクロプロセッサ120とは、通信バス126を介して接続されている。

【0017】

音響プロジェクタ102は、音響送信トランスデューサ104と、音響受信トランスデューサ106と、信号監視回路208と、マイクロプロセッサ110とを含む。音響送信トランスデューサ104は、変化する特性を有する1つ以上の圧電素子を含んでもよい。音響送信トランスデューサ104は、送信源118から受信した駆動信号130に応じて音圧放射128を生成するように構成されている。駆動信号130は、適切な特性を有するように選択されたいかなる駆動信号であってもよい。適切な特性を有するとは、音響送信トランスデューサ104に音を放射させるために、適切な電圧レベルで、適切なパルス時間およびパルス繰り返し数の間に、適切な周波数を使用することを含む。

10

【0018】

マイクロプロセッサ110は、音響送信トランスデューサ104の出力のソースレベル監視を提供するように構成されている。このソースレベル監視には、音響受信トランスデューサ106によって受信された音響ソースレベルの監視と、音響送信トランスデューサ104への送信電圧の監視と、音響送信トランスデューサ104への送信電流の監視と、電圧測定値および電流測定値からの瞬間インピーダンスの決定と、が含まれる。

20

【0019】

音響ソースレベルおよび送信電圧の測定を使用すると、音響送信トランスデューサ104の適切な動作を確実にできる。そのような測定からの信号波形における変化は、送信トランスデューサの破損（例えば、圧電素子の亀裂）のような問題を示し得る。

【0020】

送信電流を測定すると、瞬間トランスデューサインピーダンスの指標を提供できる。このインピーダンスは、オーバードライブすなわち過熱に従って変化し得るものである。オーバードライブは、過電圧、過電流、過電力、過度のパルス時間、過度のデューティサイクル、またはこれらの組み合わせを含み得る。

30

【0021】

例えば魚群探知機の用途における、ガラスファイバまたは金属船体を通しての送信の場合、周波数にわたるインピーダンスの測定値は、最大エネルギーが水に伝達される周波数帯域を示し得る。この周波数帯域は、船体厚さおよび音響特性に基づき、異なる船体設計および異なる設置方法に対しては異なり得る。

【0022】

音響受信トランスデューサ106は、音圧放射128の少なくとも一部を受信したことに応答して、ソースレベル信号を生成するように構成される。音響受信トランスデューサ106からのソースレベル信号出力132は、マイクロプロセッサ110の音響ソースレベル116入力へ提供される。音響受信トランスデューサ106からの信号132をブーストするために、バッファ増幅器（図示せず）を使用してもよい。

40

【0023】

信号監視回路208は電流回路202と電圧回路204とを含む。電流回路202と電圧回路204は、監視対象であるトランスデューサ電圧112のマイクロプロセッサ11への入力とトランスデューサ電流114のマイクロプロセッサ110への入力とに、それぞれ出力を提供する。マイクロプロセッサ110へのトランスデューサ電圧112入力、トランスデューサ電流114入力、および音響ソースレベル116入力は、マイクロプロセッサ110の内部で、対応するアナログディジタル変換器に結合される。

【0024】

上述したように、図1に示す実施形態は、音響送信トランスデューサ104へ駆動信号

50

を送信する送信源 118 を含む。音響送信トランスデューサ 104 は、測深器または魚群探知機の使用での使用などのソナーシステムの実施形態において使用され得る。当業者であれば、測深器または魚群探知機におけるトランスデューサが、受信モードにおいてエコーを「聞く」ようにも機能することを理解するであろう。これは、音響受信トランスデューサ 106 が提供する監視とは異なる、切り離された別の機能である。

【0025】

音響プロジェクト 102 の実施形態は、トランスデューサ ID システム技術 (XducerID (登録商標)、ニューハンプシャー州ミルフォードのエアマー・テクノロジー・コーポレーションから入手可能) を採用してよい。

【0026】

マイクロプロセッサ 110 は、マイクロプロセッサ 120 における対応する通信・制御モジュール 150 との通信・制御インタラクションを行うための、通信・制御モジュール 140 を含む。これらの通信には、本明細書で説明する通信監視情報に関するインタラクションが含まれる。制御に関しては、マイクロプロセッサ 110 は、マイクロプロセッサ 120 によって制御されてもよい (マスター、スレーブ)。他の実施形態では、マイクロプロセッサは 1 つのみであってもよい。

【0027】

監視情報に基づくシステムの制御の一例では、監視情報は、大きすぎる音響出力を音響プロジェクトが放射していることを示してよい。音響出力が大きすぎる場合、より低い電圧の駆動信号 130 を送信源が送信してもよい。そうすると、その後の監視情報において、測定電流および水中マイクロフォン測定電圧は減少する。同様に、得られたインピーダンスが先に定められた値に比べて異常に低すぎるかまたは高すぎる場合、これを示すことによって、マイクロプロセッサ 110、120 のいずれかが、システムのどこかに欠陥があると判断し、システムに供給される電力をシャットダウンしてもよい。

【0028】

マイクロプロセッサ 110 は更に、トランスデューサの特性情報を含む不揮発性メモリ装置 (図示せず) を含んでもよい。システムの初期化またはパワーアップが行われると、マイクロプロセッサ 110 は、当該メモリ装置から通信バス 126 を介して、対応するマイクロプロセッサ 120 へ、トランスデューサの特性情報を伝達してもよい。

【0029】

通信バス 126 は、単一の導体 (ワイヤ) にトランスデューサケーブルの大地帰路を付加したもの、マルチワイヤバス、または光ファイバケーブルであってもよい。送信源 118 は、音響プロジェクト 102 内の回路に電力を提供してよい。いくつかの実施形態では、通信バス 126 は、マイクロプロセッサ 110 と 120 との間の双方向シリアル通信 (例えば、半二重) の提供に加えて、上記メモリ装置とマイクロプロセッサ 110 とに電力を提供してよい。いくつかの実施形態では、マイクロプロセッサ 110、120 は、任意のワイヤレス通信リンク (図示せず) を介して通信を行ってもよい。一般に、当該技術で使用可能ないかなる形式の通信も、マイクロプロセッサ同士間の通信に使用され得る。

【0030】

音響受信トランスデューサ 106 は、水中マイクロフォンを備える。水中マイクロフォンは、圧電ポリフッ化ビニリデン (PVDF) のようなポリマーフィルム製であってもよい。他の実施形態では、水中マイクロフォンは、ジルコン酸チタン酸鉛のような圧電セラミックスを備える。

【0031】

いくつかの実施形態では、音響受信トランスデューサ 106 は、音響送信トランスデューサ 104 の近距離場に、例えば音響プロジェクトを収容する防水 (例えばゴム) 筐体内に収容されて位置づけられてよい。他の実施形態では、音響受信トランスデューサ 106 を別途収容して小さいジャンパケーブルに取付け、音響受信トランスデューサ 106 が数フィート離れて遠距離場にあるようにしてもよい。そのようなケーブルと受信トランスデューサとの組立体は、水よりも重くなるようにしてよく、これにより、当該組立体が送信

10

20

30

40

50

トランスデューサ位置よりも下に沈むことができるようになる。他の実施形態では、組立体は、水よりも軽くしてもよく、これにより、当該組立体が送信トランスデューサの上に浮くことができるようになる。

【0032】

図2は、信号監視回路208の例示的な実施形態の回路ブロック図を示す。トランスデューサ電流回路202は電流センサチップ（例えばアレグロマイクロシステムズ社から入手可能なACS716）を含む。この電流センサチップは、ライン122上の送信源118（図1）からの電流がホールセルの近くで当該チップを通るように接続されている。ホールセルは、電流がワイヤを通ることによって生成された磁場を測定する。次に、この測定された磁場が、（この特定のチップでは） 100 mV/A の換算係数で、瞬間電流の値を表す出力電圧（ピン12）に変換される。ゼロ電流では、出力電圧は、 $V_{cc}/2$ である（ V_{cc} はチップへの電力供給であり、この場合3.3Vである）。正電流および負電流は、 $V_{cc}/2$ に対する上下の振れで示される。出力電圧212は、マイクロプロセッサ110（図1）のADC入力112に接続される。

【0033】

電圧回路204は、ケーブル122、124間の送信電圧を因子1000（ $V_{out} = V_{in} * (R4 / (R3 + R4))$ ）で割ることにより、測定電圧の指標を提供する。絶縁変圧器T1が、平衡信号を、グラウンドを基準とした不均衡信号へ変換する。キャパシタC2がA/D入力へACカップリングを提供し、一方で、正電圧および負電圧がマイクロプロセッサ110（図1）のADC入力114へ入力され得るように、抵抗R1およびR2が $V_{cc}/2$ のDCオフセットを提供する。信号が大きくなりすぎた場合、D4がA/D入力を保護するために制限を加える。ダイオードD1、D2、D5、D6が、入力電圧を、例えば $+/- (4 * 0.4\text{ V})$ または 3.2 V_{pp} に制限する。

【0034】

マイクロプロセッサ110は、本明細書で説明するいくつかの監視機能を実行するように構成されてもよい。水中マイクロフォン測定のために、出力信号132は、マイクロプロセッサ110のADC入力116に接続される。例えばマイクロプロセッサ120から送信されたXIDコマンドにより指令があると、マイクロプロセッサ110は、指定された遅延時間待機し、ADC変換を開始し、そして指定されたサンプリングレートで指定数のサンプルを読み取る。これらのサンプルを処理するために、マイクロプロセッサ110は、取り込んだ水中マイクロフォン波形データの最小値および最大値を見つけ、これらの最小/最大値をピークトピーク電圧へ変換するように、構成されてもよい。マイクロプロセッサ110は更に、水中マイクロフォン波形データにおける取り込んだ送信パルス（ping）を見つけ、送信パルスのRMS値を計算するように構成されてもよい。

【0035】

インピーダンス測定のために、電流回路および電圧回路202、204それぞれからの出力信号212、214は、マイクロプロセッサ110の対応するADC入力112、114に接続される。例えばマイクロプロセッサ120から送られたXIDコマンドにより指令があると、マイクロプロセッサ110は、指定された遅延時間待機し、電圧および電流のADC変換を同時に開始し、指定されたサンプリングレートで指定数のサンプルを読み取る。これらのサンプルを処理するために、マイクロプロセッサ110は、電圧/電流波形データにおける対応する取り込んだ送信パルス（ping）を見つけるように、構成されてもよい。マイクロプロセッサ110は更に、「インピーダンスの虚部（オーム）（Impedance Imaginary Part in Ohms）」、「インピーダンス実部（オーム）（Impedance Real Part in Ohms）（0～250）」、「電流（アンペアの1/10）（Current in 10ths of Amps）（0～25.0）」、「電圧（ボルトの10倍）（Voltage in tens of Volts）（0～2500）」を含み得るパラメータを計算するように構成されてもよい。

【0036】

電圧、電流、およびソースレベルの測定値に関して、マイクロプロセッサ110は、ステータス情報を計算し、計算されたステータス情報を送信することに加えて、波形を取り

込み、デジタルサンプリングされた波形をバスを介して送信源へ送信するように、構成されてもよい。

【0037】

対応するX I Dコマンドは以下を含んでもよい。

SLM_SETUP_CAPTURE－取込パラメータ（遅延、サンプル、およびサンプルレート）の設定。

SLM_SETUP_QUERY－取込パラメータを照会。

SLM_CAPTURE_IMPEDANCE－取込パラメータに指定された遅延時間後、電圧および電流のデータの同時取込を開始。取り込むべきサンプル数およびサンプルレートも取込パラメータに指定されている。

10

SLM_CAPTURE_HYDROPHONE－取込パラメータに指定された遅延時間後、水中マイクロフォンデータの取込を開始。取り込むべきサンプル数およびサンプルレートも取込パラメータに指定されている。

SLM_STATUS_IMPEDANCE－取り込んだ電圧および電流のデータから計算されたインピーダンス値、電流値、および電圧値を報告。

SLM_STATUS_HYDROPHONE－取り込んだ水中マイクロフォンデータから計算された水中マイクロフォンR M S値およびピークトゥピーク値を報告。

SLM_XMIT_VOLTAGE_WF－取込インピーダンスコマンドからの電圧波形の要求ブロックを送信。

SLM_XMIT_CURRENT_WF－取込インピーダンスコマンドからの電流波形の要求ブロックを送信。

20

SLM_XMIT_HYDROPHONE_WF－取込水中マイクロフォンコマンドからの水中マイクロフォン波形の要求ブロックを送信。

【0038】

図3は、本発明の原理に従う例示的な音響プロジェクト300の概略斜視図を示す。プロジェクト300は、図示しない外部ケーシング内に封入されていてもよい。トランスデューサ組立体が、エポキシまたはウレタンフォーム306A、306Cの2つの層の間に挟まれた、アニュラリング状の圧電素子304A、304B（図1に示す音響送信トランスデューサ104に相当）を含む。エポキシまたはフォーム306Bの第3の層が、一対の圧電素子304Aと304Bとを隔てる。電気ケーブル302が頂部に接続されており、駆動信号を圧電素子304A、304Bに供給する。

30

【0039】

ねじ切りされたカラー310が外部に露出されて、安定化おもりまたはケーブルが、プロジェクト300の底にねじ込まれて、プロジェクト300を水中で安定させることができる。圧電素子304A、304Bのリング形状により、プロジェクト300からあらゆる方向に放射するトロイダル信号が生成される。なお、圧電素子には他の形状が用いられてもよい。

【0040】

プロジェクト300は、トランスデューサ組立体の頂部に位置する回路基板400を含む。一実施形態では、図4Aに示すように、例示的な回路基板400が、マイクロプロセッサデバッグ用JTAGコネクタ402と、P V D F音響受信トランスデューサ404と、電流監視回路406と、電圧測定回路用絶縁変圧器408と、マイクロプロセッサをブートロードするためのR S 2 3 2送受信機410と、を含む。マイクロプロセッサ412と、電圧・電流監視回路414と、水晶発振器416とが、図4に示す回路基板400の反対側に設けられている。

40

【0041】

本明細書に引用した全ての特許、公開出願、および引用文献の教示内容は、参照をもって本明細書に取り入れたものとする。

【0042】

本発明をその例示的な実施形態を参照しつつ具体的に説明してきたが、添付の請求の範

50

囲に包含される本発明の範囲を逸脱することなく、様々な形および詳細の変更がなされ得ることが当業者によって理解されるであろう。

なお、本発明は、実施の態様として以下の内容を含む。

〔態様1〕

送信源から受信した駆動信号に応答して音圧放射を生成する音響送信トランスデューサと、

前記音圧放射の少なくとも一部を受信したことに応答してソースレベル信号を生成する音響受信トランスデューサと、

前記ソースレベル信号を監視し、前記監視したソースレベル信号を報告するように構成されたコントローラと、

を備える、音響プロジェクト。

10

〔態様2〕

態様1に記載の音響プロジェクトにおいて、前記コントローラが、前記監視したソースレベル信号を、このソースレベル信号に基づいて前記駆動信号を制御するように構成された遠隔コントローラに報告するように構成されている、音響プロジェクト。

〔態様3〕

態様1または2に記載の音響プロジェクトにおいて、さらに、

前記駆動信号の電圧レベルを測定するように構成された電圧監視回路を備え、

前記コントローラが、前記測定された電圧レベルを監視し、この監視した電圧レベルを報告するように構成されている、音響プロジェクト。

20

〔態様4〕

態様3に記載の音響プロジェクトにおいて、前記コントローラが、前記監視した電圧レベルを、この電圧レベル信号に基づいて前記駆動信号を制御するように構成された遠隔コントローラに報告するように構成されている、音響プロジェクト。

〔態様5〕

態様1から4のいずれか一態様に記載の音響プロジェクトにおいて、さらに、

前記駆動信号の電流レベルを測定するように構成された電流監視回路を備え、

前記コントローラが、前記測定された電流レベルを監視し、この監視した電流レベルを報告するように構成されている、音響プロジェクト。

〔態様6〕

30

態様5に記載の音響プロジェクトにおいて、前記コントローラが、前記監視した電流レベルを、この電流レベル信号に基づいて前記駆動信号を制御するように構成された遠隔コントローラに報告するように構成されている、音響プロジェクト。

〔態様7〕

態様1から6のいずれか一態様に記載の音響プロジェクトにおいて、さらに、

前記駆動信号の電圧レベルを測定するように構成された電圧監視回路と、

前記駆動信号の電流レベルを測定するように構成された電流監視回路とを備え、

前記コントローラは、前記測定された電圧レベルと前記測定された電流レベルとを監視し、前記監視した電圧レベルと前記監視した電流レベルとに基づいて前記音響送信トランスデューサのインピーダンスの指標を取得するように構成されている、音響プロジェクト。

40

〔態様8〕

態様7に記載の音響プロジェクトにおいて、前記コントローラが、インピーダンスの前記指標を、前記インピーダンスの前記指標に基づいて前記駆動信号を制御するように構成された遠隔コントローラに報告するように構成されている、音響プロジェクト。

〔態様9〕

態様1から8のいずれか一態様に記載の音響プロジェクトにおいて、前記音響受信トランスデューサが水中マイクロフォンを備える、音響プロジェクト。

〔態様10〕

態様9に記載の音響プロジェクトにおいて、前記水中マイクロフォンがポリマーフィル

50

ムを備える、音響プロジェクタ。

〔態様 1 1〕

態様 1 0 に記載の音響プロジェクタにおいて、前記ポリマーフィルムが圧電ポリフッ化ビニリデン（P V D F）を備える、音響プロジェクタ。

〔態様 1 2〕

態様 9 に記載の音響プロジェクタにおいて、前記水中マイクロフォンが圧電セラミックスを備える、音響プロジェクタ。

〔態様 1 3〕

送信源から受信した駆動信号に応答して、音響送信トランスデューサにおいて音圧放射を生成することと、

前記音圧放射の少なくとも一部を受信したことに応答して、音響受信トランスデューサにおいてソースレベル信号を生成することと、

前記ソースレベル信号を監視し、前記監視したソースレベル信号を報告することと、を含む方法。

〔態様 1 4〕

態様 1 3 に記載の方法において、前記監視したソースレベル信号を報告することが、バスを介して遠隔コントローラに前記ソースレベル信号を報告することを含み、

当該方法が、さらに、

前記ソースレベル信号に基づいて前記駆動信号を制御することを含む、方法。

〔態様 1 5〕

態様 1 3 または 1 4 に記載の方法において、さらに、

前記駆動信号の電圧レベルを測定することと、

前記監視した電圧レベルを報告することと

を含む、方法。

〔態様 1 6〕

態様 1 5 に記載の方法において、前記監視した電圧レベルを報告することが、前記監視した電圧レベルを、バスを介して遠隔コントローラに報告することを含み、

当該方法が、さらに、

前記電圧レベル信号に基づいて前記駆動信号を制御することを含む、方法。

〔態様 1 7〕

態様 1 3 から 1 6 のいずれか一態様に記載の方法において、さらに、

前記駆動信号の電流レベルを測定することと、

監視した電流レベルを報告することとを含む、方法。

〔態様 1 8〕

態様 1 7 に記載の方法において、前記監視した電流レベルを報告することは、前記監視した電流レベルを、バスを介して遠隔コントローラに報告することを含み、

当該方法が、さらに、

前記電流レベル信号に基づいて前記駆動信号を制御することを含む、方法。

〔態様 1 9〕

態様 1 3 から 1 8 のいずれか一態様に記載の方法において、さらに、

前記駆動信号の電圧レベルを測定することと、

前記駆動信号の電流レベルを測定することと、

前記監視した電圧レベルと前記監視した電流レベルとに基づいて前記音響送信トランスデューサのインピーダンスの指標を取得することと、を含む方法。

〔態様 2 0〕

態様 1 9 に記載の方法において、さらに、

前記インピーダンスの前記指標を、バスを介して遠隔コントローラに報告することと、

前記インピーダンスの前記指標に基づいて前記駆動信号を制御することとを含む、方法

。

10

20

30

40

【図 4 B】

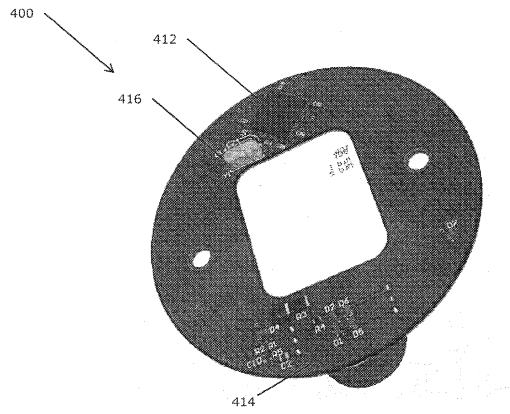


FIG. 4B

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 1 S 7/52 U

(74)代理人 100144082

弁理士 林田 久美子

(74)代理人 100154771

弁理士 中田 健一

(74)代理人 100150566

弁理士 谷口 洋樹

(72)発明者 ボーリック・フレデリック・エス

アメリカ合衆国, ニューハンプシャー州 03057, マント バーノン, カールトン ロード
1

(72)発明者 ロールト・ケニス・ディー

アメリカ合衆国, マサチューセッツ州 01886, ウェストフォード, フィリップス ドライブ
27

(72)発明者 フラダング・ダニー・ジェイ

アメリカ合衆国, ニューハンプシャー州 03055, ミルフォード, メドーブルック ドライブ
35

審査官 渡邊 正宏

(56)参考文献 米国特許第04453238 (US, A)

特開昭59-144298 (JP, A)

特開平10-056346 (JP, A)

特開2011-199866 (JP, A)

特開2007-250062 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 S 1/72- 1/82

G 0 1 S 3/80- 3/86

G 0 1 S 5/18- 5/30

G 0 1 S 7/52- 7/64

G 0 1 S 15/00-15/96

H 0 3 F 1/00- 3/45

H 0 3 F 3/50- 3/52

H 0 3 F 3/62- 3/64

H 0 3 F 3/68- 3/72

H 0 3 G 1/00- 3/34

H 0 4 R 1/00- 1/08

H 0 4 R 1/12- 1/14

H 0 4 R 1/20- 1/34

H 0 4 R 1/40

H 0 4 R 1/42- 1/46

H 0 4 R 3/00- 3/14

H 0 4 R 9/00

H 0 4 R 13/00

H 0 4 R 15/00

H 0 4 R 17/00-17/02

H04R 17/10
H04R 19/00
H04R 23/00
H04R 29/00-31/00