

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6105603号
(P6105603)

(45) 発行日 平成29年3月29日 (2017. 3. 29)

(24) 登録日 平成29年3月10日 (2017. 3. 10)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 N 29/02 (2006. 01)	GO 1 N 29/02
B 2 8 C 7/02 (2006. 01)	B 2 8 C 7/02

請求項の数 22 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2014-537245 (P2014-537245)	(73) 特許権者	512232997
(86) (22) 出願日	平成24年10月18日 (2012. 10. 18)		シドラ コーポレイト サービスズ イン
(65) 公表番号	特表2015-501423 (P2015-501423A)		コーポレイティド
(43) 公表日	平成27年1月15日 (2015. 1. 15)		アメリカ合衆国, コネティカット 064
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/060822		92, ウォーリングフォード, バーンズ
(87) 国際公開番号	W02013/059466		パーク ノース 50
(87) 国際公開日	平成25年4月25日 (2013. 4. 25)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成27年9月28日 (2015. 9. 28)		弁理士 青木 篤
(31) 優先権主張番号	61/548, 549	(74) 代理人	100092624
(32) 優先日	平成23年10月18日 (2011. 10. 18)		弁理士 鶴田 準一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100114018
(31) 優先権主張番号	61/548, 563		弁理士 南山 知広
(32) 優先日	平成23年10月18日 (2011. 10. 18)	(74) 代理人	100165191
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 河合 章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生コンクリート中のリアルタイム空気測定を提供するための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンクリート混合物に音響信号を提供するよう構成された音響源と、前記音響信号に応答し、前記コンクリート混合物中に注入された前記音響信号に関する情報を含む信号を提供するための、前記音響源に対して実質的に同一平面上にあるよう構成された音響レシーバと、を有する音響ベース空気プローブと、

前記コンクリート混合物中に注入された前記音響信号に関する情報を含む前記信号を受容し、前記注入された音響信号と前記受容された信号との間の関係に依存する二重周波数技術に少なくとも部分的に基づいて、前記コンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成された信号プロセッサと、

を備える装置。

【請求項 2】

前記音響ベース空気プローブは、前記音響源を部分的に受容するよう構成された前記音響ベース空気プローブに形成された第1アパーチャを有する平坦プローブ表面を備える、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記平坦プローブ表面は、前記音響レシーバを部分的に受容するよう構成された、前記平坦プローブ表面に形成された少なくとも1つの第2アパーチャを有する、請求項2に記載の装置。

【請求項 4】

10

20

前記平坦プローブ表面は強化鉄鋼表面板として構成された、請求項 2 または請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記音響ベース空気プローブは前記少なくとも 1 つの第 2 アパーチャに配置された保護的ポリウレタンゴム部材を含む、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 6】

前記音響レシーバは動的圧力トランスデューサを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記音響レシーバは 330 Hz を含む約 100 ～ 500 Hz の範囲の周波数を有する音響信号を受容するよう構成される、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 8】

前記音響源は浮動質量体を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

前記音響源は、ピストンシャフトに連結されるよう構成された硬質強化鉄鋼ピストンを有するピストンモジュール組立体を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

前記音響ベース空気プローブは、加速度計トランスデューサを有するボイスコイルアクチュエータフィールド組立体と組み合わせて静止式ボイスコイルアクチュエータフィールド組立体を有する防振アクチュエータブロック組立体を含み、前記防振アクチュエータブロック組立体は前記ピストンシャフトを駆動するよう構成される、請求項 9 に記載の装置。

20

【請求項 11】

前記音響ベース空気プローブは前記コンクリート混合物の温度を提供するための流体／媒体温度センサを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

前記音響ベース空気プローブは静止式ボイスコイルアクチュエータフィールド組立体の温度を提供するためのボイスコイル温度センサを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】

前記音響ベース空気プローブは、前記 2 つの音響レシーバのうちの 1 つが冗長である場合を含んで、2 つの動的圧力トランスデューサを含む 2 つの音響レシーバを含む、請求項 1 に記載の装置。

30

【請求項 14】

前記信号に応答し、前記コンクリート混合物に添加される、または前記コンクリート混合物から取り去られる化学物質の投与を制御するための制御信号を提供するよう構成された投与装置を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 15】

前記装置は、化学物質がより均等に前記混合物中に分布することが可能となるよう前記静止式ミキサーが中央化学物質投与場所を有するよう構成される場合を含んで、前記音響ベース空気プローブが配置された壁部を有する静止式ミキサーを備える、請求項 1 に記載の装置。

40

【請求項 16】

前記装置は前記音響ベース空気プローブが配置された壁部を有するコンクリートポンプブームを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 17】

前記装置は前記音響ベース空気プローブが配置された壁部を有するプレキャスト型を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 18】

前記装置は前記音響ベース空気プローブが配置された壁部を有するレディミックストラック回転式ドラムミキサーを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 19】

50

前記装置は前記音響ベース空気プローブが配置された壁部を有するレディミックストラックシュートを含む、請求項1に記載の装置。

【請求項20】

前記二重周波数技術は、位相感应性ロックイン手法を用いて基準信号と検出された信号とを混合することに少なくとも部分的に基づいて前記コンクリート混合物中の前記空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成された前記信号プロセッサを含むかまたは前記信号プロセッサの形を取る、請求項1に記載の装置。

【請求項21】

前記二重周波数技術は、前記注入された音響信号と前記受容された信号とを相関させることに少なくとも部分的に基づいて前記コンクリート混合物中の前記空気パーセントの測定値を決定するよう構成された前記信号プロセッサを含むかまたは前記信号プロセッサの形を取る、請求項1に記載の装置。

10

【請求項22】

前記装置は一方の端の上に前記音響ベース空気プローブを有し且つ他方の端の上にハンドルを有するハンドヘルド装置の一部を形成する、請求項1に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本願は、2011年10月18日に出願された米国仮特許出願整理番号第61/548, 549号(WVFA/CIDRAファイル番号712-2.365/75)、および2011年10月18日に出願された米国仮特許出願整理番号第61/548, 563号(WVFA/CIDRAファイル番号712-2.366/67)の利益を主張する。米国仮特許出願整理番号第61/548, 549号および米国仮特許出願整理番号第61/548, 563号の両方は参照することにより全体が援用される。

20

【0002】

本願は、2012年9月12日に出願された米国特許出願整理番号第13/583, 062号(WVFA/CIDRAファイル番号712-2.338-1/CCS-0033, 35, 40, および45-49)にも関連する。なお米国特許出願整理番号第13/583, 062号は、PCT/US1127731に対応する国内段階の出願であり、米国特許出願整理番号第13/583, 062号およびPCT/US1127731の両方は、参照することにより全体が援用され、本願の譲受人に譲り受けられる。

30

【0003】

本発明は、生コンクリートにおけるリアルタイム空気測定のための技術に関し、さらに詳細には、コンクリート混合物中の空気量を制御するための生コンクリート中のリアルタイム空気測定のための技術に関する。

【背景技術】

【0004】

先行技術では、対流する渦圧力の不安定性(convecting vortical pressure instability)の速度の測定および媒体の音速を決定することによる2相流の組成の測定を通して、媒体の流速を決定する方法の使用が知られている。流れの組成が一方の流れが100%である極端から他方の流れが100%である極端へと変動するにつれて、音速は、2つのそれぞれの物質における音速の値の間で決定論的な方法で変動する。既知の技術においては、音速の決定はフローストリーム中で伝播する音を「受動的」に聴取することにより行われた。

40

【0005】

先行技術においては、パイプ中を流れる物質を通る音速を測定することに依存する技術がいくつか開発されてきた。これらの技術は既知のソナーベースのGVFメータ、密度メータ、およびポテンシャル質量分率メータの使用を含む。これらの技術では、パイプ内に含まれる物質を通る音響の存在および速度を検出するために、受動アレイベースのセンサ

50

システムが用いられる。これらの物質は单相の均一流体から、気体、流体、および固定の2相または3相の混合物までを含む。測定システムが受動的であるため、測定システムは測定にあたっては外的に生成された音響に依存する。これらの音響は、多くの場合、パイプ内またはパイプに取り付けられた他の装置（例えばポンプまたはバルブ）から発せられる。

【0006】

さらに、これらの既知の技術では多くの場合、鉱石の分離を支援するための選鉱工程における既知のフローテーション処理に対して、化学的添加剤が加えられ得る。発泡剤として知られる化学物質は、気泡の特性を向上させることにより、フローテーション処理の効率性を制御する。フローテーションの最適化における重要なパラメータは、フローテーションセル内の気体体積分率である。米国特許第7,426,852(B1)号（参照することにより全体が本願に援用される）は、この測定を実行するための手法を開示し、ソナーベースのアレイと組み合わせて導波管（パイプ）を用いることにより通気流体中の音速を局部的に測定するための技術を開示する。音速の測定から気体体積分率の計算が可能である。

10

【0007】

例えば、全体的または部分的に米国特許第7,165,464号、米国特許第7,134,320号、米国特許第7,363,800号、米国特許第7,367,240号、および米国特許第7,343,820号において開示される、係るソナーベースの技術の使用に関する他の技術を参照されたい。

20

【0008】

さらに空気は、多数の物質（例えば粘性液体、スラリー、もしくは固体、およびコンクリートの混合物）の極めて重要な成分である。特に、空気は、凝固／融解サイクルに対する硬化製品損傷抵抗を大きく改善するため、コンクリート製造時における決定的な成分である。化学的混合物が通常、混合時に添加され、結果的に特定の安定的な数十億個の小さい気泡がコンクリート内に作られる。しかし、コンクリート内に連行された空気は強度を低下させる欠点を有し、したがって特定用途に対する正しい量の空気を決定するにあたりトレードオフが常に存在する。コンクリートのある特定の特性を最適化するために、生コンクリート（未硬化コンクリート）内に連行された空気を制御することが重要である。連行された空気を測定するための現行の方法は、低速且つ煩雑となる場合もあり、加えて誤差を生じさせ易い。さらに、コンクリートの耐久性は未硬化のミックスコンクリートに空気を連行することにより強化され得る。これは通常、化学的混合物を添加することにより達成される。混合物の量は通常、「レシピ」が決定される経験的データにより決定される。連行された空気が少なすぎる場合はコンクリートの耐久性が低下し、連行された空気が多すぎる場合はコンクリートの強度が低下する。通常、連行された空気の公称範囲は体積の5%～8%であり、多くの用途では連行された空気は体積の4%～6%となり得る。ミキサーボックス内で混合された後、コンクリートはトラックに放出される。次に、連行された空気のレベルは、混合物を現場に供給するときに測定される。現行の方法の欠点は、混合物中の空気レベルが仕様範囲にあるかどうかを検査することなく混合物がトラックに投入されることである。

30

40

【0009】

前述の米国特許出願整理番号第13/583,062号（WVFA/CiDRAファイル番号712-2.338-1/CSS-0033,35,40,および45-49）は、検知技術をハッチカバーに実装することを含むコンクリート回転式ドラムミキサー内における、ならびに本特許出願の譲受人により開発および特許取得された一体化された音源および2つのレシーバ、ソナーベースの技術、およびその応用を使用する静止式コンクリートミキサーにおける、生コンクリート中のリアルタイム空気測定のための技術を開示する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

50

【0010】

CCS-0075

本願は、前述の米国特許出願整理番号第13/583,062号(WVFA/CiDRAファイル番号712-2.338-1/CCS-0033,35,40,および45-49)に説明される手段、技術、または方法にしたがう当該の手段、技術、または方法上にさらに構築された、生コンクリート中に連行された空気のリアルタイム測定の新規の手段、技術、または方法を提供する。

【0011】

例えば、本発明は新規の測定装置を提供し、この測定装置は音響ベースの空気プローブを備えるか、または係るプローブの形を取り得る。なお係るプローブは、例えば静止式のミキサーの側部または底部上の事前切断された穴に永久的に設置されたものであるか、または代替的にリアルタイム測定値を取得するためにハンドヘルド式であり得る。静止式ミキサーの事前切断された穴に設置する同一のまたは実質的に同様の設置技術は、回転式ドラム型のミキサーまたは本明細書での開示に係るタイプもしくは種類のミキサーに関する用途に対しても用いられるかまたは適用され得る。例えば、本発明に係るこれらの測定装置は、混合プロセスを実行する間、静止式ミキサー（例えば二軸、対向流、遊星、パン、その他など）上におけるリアルタイム空気測定のために用いられ得る。リアルタイム空気測定を用いると、オペレータは全コンクリート製品の品質管理を改善することが可能となるであろう。コンクリート中の連行された空気レベルはより厳格な許容度に制御され得る。厳格な空気制御を用いることにより、混合設計は、望まれる強度要件を依然として達成する一方で、セメントを低減させて、砂、フライアッシュ、または他の充填材でセメント置き換えることにより最適化され得る。

【0012】

このことにより、コストは削減され、作業性は改善され、「ガス抜き(bleeding)」事象が低減されるであろう。プレキャスト、プレストレス、建築用、舗装用、ブロック、レディミックスー主にヨーロッパにあるがヨーロッパに限られない工場ミキサー(central mixer)その他を含む静止式ミキサーで作られるコンクリートには多くの種類がある。これらの全タイプのコンクリートは本発明に係るリアルタイム空気制御から利益を受け得る。

【0013】

リアルタイム空気情報を用いると、オペレータは、コンクリートをミキサーから落とす前に化学物質を添加することにより（手動または（プロセス制御を介して）自動により）空気レベルを調節する能力を有するであろう。出力室または投与ポンプに対するリアルタイム空気情報出力を有するこれらのタイプの測定装置、化学物質投与ポンプ、空気関連の化学物質、およびこれら全部を結び合わせるための専門技術を含む自動化された閉ループシステムが用いられ得る。

【0014】

音響ベース空気プローブ

いくつかの実施形態によれば、本発明は、コンクリート混合物に音響信号を提供するよう構成された音響源と、音源に対して実質的に同一平面上にあり、音響信号に応答し、コンクリート混合物に注入された音響信号に関する情報を含む信号を提供するよう構成された音響レシーバと、を有する音響ベースの空気プローブを特徴とする装置を含むかまたは係る装置の形を取り得る。

【0015】

本発明は以下の特徴のいくつかの組み合わせも含むか、または係る組み合わせの形も取り得る。

【0016】

音響ベースの空気プローブは第1アパーチャを有する平坦プローブ表面を備え得る。なお第1アパーチャは平坦プローブ表面上に形成され、音響源（例えば硬質強化鉄鋼ピストンなど）を部分的に受容するよう構成されたものである。平坦プローブ表面は、平坦プロ

ープ表面に形成された少なくとも1つの第2アパーチャを備え得る。係る第2アパーチャは音響レシーバ（例えば保護的ポリウレタンゴム充填物など）を部分的に受容するよう構成される。平坦プローブ表面は強化された鉄鋼表面板として構成され得る。

【0017】

音響ベース空気プローブは、少なくとも1つの第2アパーチャにおける部品として構成された保護的ポリウレタンゴム部材を備え得る。

【0018】

音響レシーバは動的圧力トランスデューサを含み得る。

【0019】

音響レシーバは、330Hzを含む、約100～500Hzの範囲の周波数を有する音響信号を受容するよう構成され得る。

10

【0020】

音響源は、浮動質量体（floating mass）を含むかまたは浮動質量体として構成され得る。

【0021】

音響源は、ピストンシャフトを受容するための導管を有するよう構成された硬質強化鉄鋼ピストンを有するピストンモジュール組立体を備え得る。この装置は、加速度計トランスデューサを有するボイスコイルアクチュエータフィールド組立体と組み合わせて静止式ボイスコイルアクチュエータフィールド組立体を有する防振アクチュエータブロック組立体を備え得、防振アクチュエータブロック組立体は、ピストンシャフトを駆動するように構成される。

20

【0022】

音響ベース空気プローブは流体／媒体温度センサを備え得る。

【0023】

音響ベース空気プローブはボイスコイル温度センサを備え得る。

【0024】

音響ベース空気プローブは、2つの動的圧力トランスデューサを含む、少なくとも2つの音響レシーバを含み得る。

【0025】

この装置は、信号に応答し、混合物に添加されるべき化学物質または取り去られるべき化学物質の投与を制御するための制御信号を提供するよう構成された投与装置を備え得る。

30

【0026】

本発明は、リアルタイム空気測定用途のための新規技術、および静止式ミキサー、回転式ドラムミキサー、ポンプブーム（pump boom）もしくはトラックシュート（truck chute）、プレキャスト設備で作られた適用形態、ハンドヘルドユニットにおいてすでに混合されたコンクリート混合物に対する気体体積分率（GVF）を決定することを用いるかまたは係る決定に少なくとも部分的に基づく技術を含む生コンクリートのための技術も提供し得る。

【0027】

40

例えば、この装置は、静止式ミキサーが、化学物質がより均等に混合物中に分布することが可能となるよう、中央の化学物質投与場所を有するよう構成された場合を含んで、音響ベース空気プローブが配列された壁部を有する静止式ミキサーを含み得る。

【0028】

この装置は音響ベースの空気プローブが配列された壁部を有するコンクリートポンプブームを含み得る。

【0029】

この装置は音響ベースの空気プローブが配列された壁部を有するプレキャスト形態を含み得る。

【0030】

50

この装置は音響ベースの空気プローブが配列された壁部を有するレディミックストラック回転式ドラムミキサーを含み得る。

【0031】

この装置は音響ベースの空気プローブが配列された壁部を有するレディミックストラックシュートを含み得る。

【0032】

音響ベースの空気プローブは、本明細書に開示する信号処理機能のうちの1つまたは複数を実行するよう構成された信号プロセッサと組み合わせて動作するよう構成され得る。

【0033】

リアルタイム空気測定用途および／または信号処理は、以下を含むかまたは以下の形態を取り得る。

10

【0034】

例えば、この装置は信号プロセッサを含み得る。なおこの信号プロセッサは、2012年9月12日に出願された前述の米国特許出願整理番号第13／583,062号(WVFA/CiDRAファイル番号712-2.338-1/CCS-0033,35,40,および45-49)と一貫性を有する形でソナーベースの技術を用いて、コンクリート混合物に注入された音響信号に関する情報を含む信号を受容することと、コンクリート混合物を通過する音速の測定に少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物の気体体積分率を決定することと、を実行するよう構成され得る。

【0035】

20

代替的に、信号プロセッサはコンクリート混合物に注入された音響信号に関する情報を含む信号を受容することと、注入された音響信号と受容された信号との関係に依存する二重周波数技術に少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージを決定することと、を実行するよう構成され得る。

【0036】

二重周波数技術は、位相感应性ロックイン手法を用いて基準信号と検出された信号とを混合することに少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成された信号プロセッサを含むかまたは係る信号プロセッサの形を取り得る。

【0037】

30

代替的に、二重周波数技術は、注入された音響信号と受容された信号とを相関させることに少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成された信号プロセッサを含むかまたは係る信号プロセッサの形を取り得る。

【0038】

本発明のいくつかの実施形態によれば、この装置は、ハンドヘルド装置の一部を形成し得、前述の音響ベースの空気プローブがハンドヘルド装置の一方端上に構成されハンドルがハンドヘルド装置の他方端上に構成されるものを含む。

【0039】

ハンドヘルド音響ベース空気プローブ

40

いくつかの実施形態によれば、この装置は、コンクリート混合物に注入される音響信号を提供するよう構成された音響源と、音響信号に応答しコンクリート混合物に注入された音響信号に関する情報を含む信号を提供するよう構成された音響レシーバと、を特徴とするハンドヘルド音響ベース空気プローブを含むかまたは係るハンドヘルド音響ベース空気プローブの形を取り得る。

【0040】

ハンドヘルド音響ベース空気プローブは以下の特徴のうちの1つまたは複数を含み得る。

【0041】

ハンドヘルド音響ベース空気プローブは少なくとも1つのスペーサ支柱を含み得る。な

50

おスペーサ支柱は、ハンドヘルド音響ベース空気プローブがコンクリート混合物に浸漬され音響信号がコンクリート混合物を通して伝達されたときにコンクリート混合物の1部分を受容するための空間が形成されるよう、音響源と音響レシーバとを接続するよう構成されたものである。少なくとも1つのスペーサ支柱は、それらの間に空間が形成されるよう音響源と音響レシーバとを接続するために三角形に配列されて等しく離間された3つのスペーサ支柱を含むかまたは係るスペーサ支柱の形を取り得る。少なくとも1つのスペーサ支柱は、音響レシーバからのワイヤを提供するワイヤ導管を含み得る。

【0042】

ハンドヘルド音響ベース空気プローブは、密閉された様式で音響レシーバを含むよう構成された密閉端部キャップ組立体を含み得る。

10

【0043】

ハンドヘルド音響ベース空気プローブは、密閉された様式で音響源を含むよう構成された密閉端部キャップ組立体を含み得る。この密閉組立体はピストン音源を作動させるよう構成された防振アクチュエータブロックを含み得る。防振アクチュエータブロックは、加速度計トランスデューサおよび静止式ボイスコイルアクチュエータフィールド組立体を有するボイスコイルアクチュエータ移動コイル組立体を含み得る。密閉組立体は、位置合わせキャップと防振アクチュエータブロックとの間に位置するよう構成され且つ防振アクチュエータブロックと音響源との間に位置するよう構成された半球振動マウントを含み得る。密閉組立体は、音響源と音響源保持部材との間に位置するよう構成されたキャストウレタンスプリングシールと、音響源と音響源保持部材との間に位置するよう構成されたフォ

20

【0044】

ハンドヘルド音響ベース空気プローブは第2音響レシーバを含み得る。なお第2音響レシーバは、音響信号にตอบสนองし、コンクリート混合物に注入された音響信号に関する情報を含むさらなる信号を提供するよう構成されたものである。第2音響レシーバは、コンクリート混合物から反射された音響信号を受容するために密閉組立体上に位置するよう構成され得る。

【0045】

音響信号および音響レシーバはハンドヘルド音響ベース空気プローブの一方端上に位置するよう構成され得る。ハンドヘルド音響ベース空気プローブは、装置ハンドルと、通常圧力センサコネクタと、加速度計コネクタと、温度およびドライブコネクタと、のいくつかの組み合わせを有するよう構成された他方端を含み得る。

30

【0046】

いくつかの実施形態によれば、この装置は、本明細書で説明するように、2つの基準信号を提供するよう構成された2つの音響源を有する音響プローブ装置も含み得る。

【0047】

CCS-0067および0104:

二重周波数技術の信号プロセッサ

本発明のいくつかの実施形態によれば、この装置は、コンクリート混合物中に注入された音響信号に関する情報を含む信号を受容し、注入された音響信号と受容された信号との間の関係に依存する二重周波数技術に少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成された信号プロセッサを含むかまたは係る信号プロセッサの形を取り得る。

40

【0048】

CCS-0067: 性能指数を用いたコンクリート空気成分に対する位相感应性二重周波数ロックイン測定

本発明のいくつかの実施形態によれば、二重周波数技術は、注入された音響信号が基準信号であることと、受容された信号が検出された信号であることと、を含み得、信号プロセッサは、位相感应性ロックイン手法を用いて、基準信号と検出された信号とを混合する

50

ことに少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成され得る。

【0049】

本発明のいくつかの実施形態によれば、信号プロセッサは、基準信号と検出された信号とを混合することに少なくとも部分的に基づいて、結果的に生成された信号を決定することと、結果的に生成された信号をフィルタ処理（ローパスフィルタを含む）しそれによりDC成分を取得することと、基準信号の周波数における検出された信号の振幅成分および位相成分に比例する値を決定することと、を実行するよう構成され得る。信号プロセッサは、基準信号の周波数が90度だけシフトされた状態で、検出された信号の対応する振幅成分および位相成分に比例する対応値も決定するよう構成され得る。信号プロセッサは、以下、すなわち Θ_{ref} を基準位相として、 Θ_{det} を検出された位相として、 A_{det} を対象周波数における検出された信号振幅として用い、さらに、以下の一連の式、すなわち

$$\Theta = \Theta_{det} - \Theta_{ref}$$

$$X \sim A_{det} \cos(\Theta)$$

$$Y \sim A_{det} \cos(\Theta + 90^\circ) = A_{det} \sin(\Theta)$$

$$\text{信号振幅} = A_{det} = (X^2 + Y^2)^{1/2} \text{ および}$$

$$\text{信号位相差} = \Theta = \tan^{-1}(Y/X)$$

を用いることに少なくとも部分的に基づいて信号位相差も決定するよう構成され得る。信号プロセッサは、周波数とともに決定された信号位相差に少なくとも部分的に基づいて、コンクリート混合物中における基準信号の伝播時間を決定し、次に音速測定値を決定するよう、構成され得る。

【0050】

本発明のいくつかの実施形態によれば、信号は、単一の注入された音響信号の $2 \times \pi$ 倍（ π の任意の倍数を含む）に等しい伝搬時間を検出された信号が経過したならば存在したであろう不明瞭さを補正または補償するために異なる周波数でコンクリート混合物中に注入された2つの基準信号に関する情報を含み得、信号プロセッサは、不明瞭さを補正または補償するために、2つの基準信号間の相対的位相を決定するよう構成される。

【0051】

本発明のいくつかの実施形態によれば、信号プロセッサは、決定された信号振幅および信号位相差に少なくとも部分的に基づいて、品質指標（quality metric）を決定するよう構成され得る。例えば、信号プロセッサは、 A_{sig} の対象信号の信号振幅を取得し；対象信号に近接して離間する4つの他の比較信号 A_0 、 A_1 、 A_2 、および A_3 のサンプルを取得し；4つの他の比較信号を平均して、それにより近接ノイズ $A_{noise} = (A_0 + A_1 + A_2 + A_3) / 4$ を取得し；以下の式、すなわち

$$Q = (A_{sig} - A_{noise}) / (A_{sig} + A_{noise})$$

を用いることに少なくとも部分的に基づいて、合計正規化（sum normalization）に関する差異を取得し、それにより-1と1との間で変動する品質信号 Q を決定するよう、構成され得る。

「1」の比は良好品質を表し、「0」の比は対象周波数と他の周波数において信号強度が同じであることを示し、「-1」の比は対象信号が非常に微弱であることを示す。

【0052】

$$CCS - 0104$$

本発明のいくつかの実施形態によれば、二重周波数技術は、注入された音響信号と受容された信号とを相関させることに少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成された信号プロセッサを含み得る。

【0053】

本発明のいくつかの実施形態によれば、信号プロセッサは、注入された音響信号と受容された信号とを相関させることに基づいて、コンクリート混合物中に注入された音響信号の通過に起因する位相遅延を決定するよう構成され得る。信号プロセッサは、位相遅延に

基づいて音速を決定するよう構成され得る。コンクリート混合物に注入された音響信号に関する情報を含む信号は、相関プロセスの感度を向上させる、音響アクチュエータに対する励起周波数の簡単な掃引を用いることに少なくとも部分的に基づき得る。簡単な掃引は次の式、すなわち、

$$Y(i) = A \sin(a i^2 / 2 + b i)$$

に基づき得る。

【0054】

本発明のいくつかの実施形態によれば、コンクリート混合物中に注入された音響信号に関する情報を含む信号は、検出された音響信号の信号対雑音比を代替的に向上させるために用いられ得る符号化パルス (encoded pulsing) の1つまたは複数の技術に基づき得る。符号化パルスは少なくとも部分的に擬似ランダムシーケンス (PRBS) に基づき得る。ここでPRBSはNビットのシーケンスとして定義される。なおこのシーケンスの自己相関は、位置合わせ不良 (misalignment) が存在しない場合には (「on」ビットの個数) × (シーケンス長さ) に比例する数値を、位置合わせ不良が存在する場合にはonビットの個数のみに比例する低い数値を、与える。自由空間音響測定の場合のPRBSは、PRBSシーケンスにしたがって励起音響波を起動および停止することにより、またはPRBSシーケンスにより音響信号を周波数変調することにより、作られ得るPRBS励起に少なくとも部分的に基づき得る。コンクリート混合物に注入される音響信号に関する情報を含む信号は、mシーケンスコードまたは周波数シフトキーイング手法を含む周波数コード化に少なくとも部分的に基づき得る。

【0055】

方法

本発明のいくつかの実施形態によれば本発明は方法の形を取り得、係る方法は、コンクリート混合物中に注入された音響信号に関する情報を含む信号を信号プロセッサにおいて受容するステップと、注入された音響信号と受容された信号との間の関係に依存する二重周波数技術に少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージを信号プロセッサにおいて決定するステップと、を含むか、またはこれらのステップの形を取り得る。本発明のいくつかの実施形態によれば、この方法は、位相感応性ロックイン手法を用いて基準信号と検出された信号とを混合することに少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を信号プロセッサにおいて決定することを含み得る。本発明のいくつかの実施形態によれば、この方法は、注入された音響信号と受容された信号とを相関させることに少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を信号プロセッサにおいて決定することを含み得る。これらの方法は本明細書で説明する特徴のうちの1つまたは複数を含み得る。

【0056】

本発明のいくつかの実施形態によれば、この方法は、ハンドヘルド振動組立体の一方端を用いて、生コンクリート媒体を振動させるステップと、ハンドヘルド振動組立体の他方端を用いて、生コンクリート媒体中に連行された空気を決定するために用いられる、振動される生コンクリート媒体に関する情報を含む信号を提供するために、振動される生コンクリート媒体に応答するステップと、を含むか、またはこれらのステップの形を取り得る。

【0057】

この方法は以下の特徴のいくつかの組み合わせも含み得る。

【0058】

この信号は、生コンクリート媒体中に連行された空気を決定するために信号プロセッサにより受容され用いられる、ハンドヘルド振動組立体からの出力信号としても提供され得る。

【0059】

振動させるステップはハンドヘルド振動組立体の一部を形成する防振アクチュエータブロックを作動させることを含み得る。

【0060】

この方法は、ハンドヘルド振動組立体の一部を形成する少なくとも1つの圧力トランスデューサを用いて振動されるコンクリート媒体に応答すること、または少なくとも1つの圧力トランスデューサから信号を提供すること、またはハンドヘルド振動組立体の一部を形成する2つの圧力トランスデューサを用いて振動するコンクリート媒体に応答すること、および／または2つの圧力トランスデューサから信号を提供すること、を含み得る。

【0061】

この方法は、生コンクリート中に連行された空気の測定値を決定するために、ソナーベースの技術を用いることを含んで、当該測定値を決定することも含み得る。

【0062】

この方法は、少なくとも部分的にその信号に基づいて生コンクリート中に連行された空気を制御するために化学物質を添加することも含み得る。

【0063】

その信号はワイヤレス信号であり得る。

【0064】

その信号はハンドヘルド振動組立体上に表示され得る。

【0065】

信号プロセッサは、少なくとも1つのプロセッサとコンピュータプログラムコードを含む少なくとも1つのメモリとを有するよう構成され得る。なお少なくとも1つのメモリおよびコンピュータプログラムコードは、少なくとも1つのプロセッサを用いて、少なくとも生コンクリート媒体中に連行された空気を決定することをこの装置に実行させるよう構成される。

【0066】

この方法は、ハンドヘルド振動組立体を用いて生コンクリート媒体を振動させることに
関する情報を含むユーザコマンドに応答することを含み得る。

【0067】

ユーザコマンドは、ハンドヘルド振動組立体により受容された入力信号を含み得る。

【0068】

ユーザコマンドはハンドヘルド振動組立体上のボタンを押すことにより提供され得る。

【0069】

この方法は、防振アクチュエータ組立体の一部を形成する浮動質量体 (floating mass) を約100～500Hzの範囲の周波数で振動させることを含み得る。

【0070】

本発明は、生コンクリート中のリアルタイム空気測定のためのこの現状技術に対して、
ならびにコンクリート混合物中の空気量を制御する技術に対して、重要な寄与をなす。

【0071】

図面は図1～図6Cを含み、以下のこれらの図面においては縮尺率が必ずしも一定であるとは限らない。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1a】本発明のいくつかの実施形態を実現し得る音響プローブの側面図である。

【図1b】図1aに示す音響プローブの一方端の軸方向図である。

【図1c】図1aに示す音響プローブの他方端の軸方向図である。

【図1d】切断線A-Aに沿った図1cに示す音響プローブの端部の断面図である。

【図1e】切断線B-Bに沿った図1cに示す音響プローブの端部の断面図である。

【図2a】本発明のいくつかの実施形態にしたがって混合中に化学物質の均等分布を可能にするために新規投与場所をミキサーの中心に有する静止式ミキサーを示す図である。

【図2b】本発明のいくつかの実施形態によるポンプ注入される間においてコンクリート中のリアルタイム空気情報のためにポンプブーム上に設置されたGVFメータを示す図である。

10

20

30

40

50

【図 3 a】本発明のいくつかの実施形態に係るハンドヘルド音響プローブを示す図である。

【図 3 b】本発明のいくつかの実施形態に係る図 3 a に示すハンドヘルド音響プローブの軸方向図である。

【図 3 c】本発明のいくつかの実施形態に係る切断線 A-A に沿った図 3 b に示すハンドヘルド音響プローブの断面図である。

【図 3 d】本発明のいくつかの実施形態に係る図 3 c に示す B のラベルが付されたハンドヘルド音響プローブの 1 部分の拡大図である。

【図 4】本発明のいくつかの実施形態に係る信号プロセッサを有する装置のブロック図である。

10

【図 5 a】本発明のいくつかの実施形態に係るコンクリート混合物中に注入された単一周波数のグラフである。

【図 5 b】本発明のいくつかの実施形態に係るコンクリート混合物中に注入された周波数差異を有する 2 つの周波数のグラフである。

【図 6 a】強いシステムノイズが存在しそのノイズのうちのいくつかが作動周波数と一致する場合の相関関数の 1 例のグラフである。

【図 6 b】強いシステムノイズが存在し励起周波数の掃引がアクチュエータに提供される場合の相関関数の 1 例のグラフである。

【図 6 c】P R B S 符号化された振動がアクチュエータに提供された大きいノイズシステムの存在する中で用いられた場合の、さらなる相関関数の 1 例のグラフである。

20

【発明を実施するための形態】

【0073】

CCS-0075 図 1 a ~ 図 2 b

生コンクリート中のリルタイム空気測定用途

図 1 a ~ 図 1 e は、要素 101 などの音響ベース空気プローブを含み得る全般的に 100 として示される装置の形における本発明を示す。音響ベース空気プローブ 101 は、コンクリート混合物に音響信号を提供するよう構成された全般的に 102 として示される音響源（図 1 d 参照）と、音響信号に応答しコンクリート混合物中に注入された音響信号に関する情報を含む信号を提供するための、音響源 102 に対して実質的に同一平面上にある全般的に 104 として示される音響レシーバ（図 1 e 参照）を含み得る。例えば、音響源 102 は、部品および構成要素の配列から構成され得、図 1 d においてもっともよく詳細に示される。例えば、音響レシーバ 104 は少なくとも 1 つのトランスデューサおよび充填物の配列から構成され得、図 1 e においてもっともよく示される。

30

【0074】

音響ベース空気プローブ 101 は第 1 アパーチャ 106 a を有する平坦プローブ表面 106 を含み得る。図 1 d にもっともよく示されるように、第 1 アパーチャ 106 a は平坦プローブ表面 106 上に形成され、強化鉄鋼ピストン 122 を含む音響源 102 を部分的に受容するよう構成されたものである。平坦プローブ表面 106 との接続部分において、強化鉄鋼ピストン 122 は、平坦プローブ表面 106 と物理的に接触しないように、円周導管 122 a により包囲される。平坦プローブ表面 106 は、平坦プローブ表面 106 に形成された少なくとも 1 つの第 2 アパーチャ 106 b、106 c を含み得る。第 2 アパーチャ 106 b、106 c は音響レシーバ 104 の少なくとも 1 つの部品 104'、104" を受容するよう構成される。部品 104'、104" は図 1 e において保護的ポリウレタンゴム部材として示される。本発明の範囲は、現在既知であるかまたは将来において開発される他のタイプまたは種類の物質を用いることを含むことを意図するものであるが、平坦プローブ表面 106 は強化鉄鋼表面板として構成され得る。音響レシーバ 104 は図 1 c でもっともよく示されるように、音響レシーバ 104 が強化鉄鋼ピストン 122 の中心から半径 R により画定される円周上に配列および構成されるよう、音響源 102 の強化鉄鋼ピストン 122 の中心に対する関係において実質的に半径 R により画定されるよう構成される。

40

50

【0075】

音響レシーバ104は図1eでもっともよく示されるように動的圧力トランスデューサを含むかまたは係る動的圧力トランスデューサの形を取り得る。

【0076】

本発明の範囲は現在既知であるかまたは将来において開発される他の周波数および他の範囲を用いることを意図するものであるが、動作時において例えば音響レシーバ104は、音響信号（例えば330Hzを含む約100～500Hzの範囲の周波数を有する）を受容するよう構成され得る。

【0077】

例えば音響源102は、図1dに示すように、浮動質量体を含むか、浮動質量体の形を取るか、または浮動質量体として構成され得る。

10

【0078】

図1dにおいて、音響源102は、ピストンシャフト126を受容するかまたはピストンシャフト126に連結される導管124を有するよう構成された、硬質強化鉄鋼ピストン122を有するピストンモジュール組立体120の形で示される。音響ベース空気プローブ101はピストンモジュール組立体120および図1dの他の構成要素も含む基部プレートディスク125を有する。硬質強化鉄鋼ピストン122は、音響源102の浮動質量体側面を提供するために、包囲され、取り囲まれ、低デュロメータキャストシリコンゴム123およびフォトエッチングされた湾曲部127に対して移動するよう構成される。低デュロメータキャストシリコンゴム123はコンクリート混合物に関して密閉機能を実行するよう構成され得る。音響源102は、加速度計トランスデューサ構成を有するボイスコイルアクチュエータフィールド組立体132と組み合わされた静止式ボイスコイルアクチュエータフィールド組立体130を有する防振アクチュエータブロック組立体128（図1bでもっとも識別される）も含み得る。防振アクチュエータブロック組立体128は、図1dに示すように、音響ベース空気プローブがコンクリート混合物中に挿入されたときにコンクリート混合物に対して音響信号を提供するために、ピストンシャフト126を駆動および振動させるよう構成され得る。装置100は、当業者に理解されるように、音響源102を駆動するための信号処理技術（図示せず）を有するよう構成され得る。

20

【0079】

音響ベース空気プローブ101は、図1dに示すように、コンクリート混合物の温度測定値を提供するよう構成された流体／媒体温度センサ134を含み得る。

30

【0080】

音響ベース空気プローブ101は、図1dに示すように、静止式ボイスコイルアクチュエータフィールド組立体130の温度測定値を提供するよう構成されたボイスコイル温度センサ136を含み得る。

【0081】

音響ベース空気プローブ101は、図1eに示すように、2つの動的圧力トランスデューサの形を取り得る2つの音響レシーバ104、104'を含み得る。

【0082】

音響ベース空気プローブ101は、コネクタ／ワイヤ・カバープレート140と、コネクタ／ワイヤ・カバープレート140に対して構成された様々なコネクタ（1つの圧力センサに関する信号を提供するための圧力センサ第1番コネクタ142、他の圧力センサに関する信号を提供するための圧力センサ第2番コネクタ144、ボイスコイルドライブ130（図1d）に関する信号を提供するためのボイスコイルドライブコネクタ146、温度に関する信号を提供するための温度センサコネクタ148、およびボイスコイルアクチュエータ移動コイル組立体132（図1d）に関する信号を提供するための加速度計コネクタ150を含む。これらは全部図1bに示される）と、のいくつかの組み合わせを含み得る。

40

【0083】

50

用途

装置100は、静止式ミキサー20が、化学物質がより均等に混合物中に分布することが可能となるよう、中央の化学物質投与場所20bを有するよう構成された場合を含んで、1つまたは複数の音響ベース空気プローブ101が配列された壁部20aを有する静止式ミキサー20を含むかまたは係る静止式ミキサー20の形を取り得る。図2aにおいて、本発明に係る音響ベース空気プローブまたは測定装置101は静止式ミキサー20の事前切断された穴20cに配置された状態で示される。2つ以上の空気メータまたは音響ベース空気プローブ101（例えば左側部に1つ、および右側部に1つ）を静止式ミキサー20が備えるように構成することにより、特定ミキサーの混合効率および性能を理解することが支援されるであろう。この情報を用いると、異なる技術が混合された処理単位全体の均一性を改善するために実装され得る。作られた混合化学物質の添加は、1つの場所に流し込まれるよりもむしろ混合エリア全体により均等に散布（噴霧）される必要があるであろう。または、より集中化された投与場所20bも現行の方法に対する改善となり得る。

10

【0084】

装置100は、信号に応答し、混合物に添加されるべき化学物質または取り去られるべき化学物質の投与を制御するための制御信号を、例えば図2aに示す投与場所20aなどに提供するよう構成された投与装置（図示せず）も備え得る。

【0085】

装置100は、図2bに示すように、壁部に配置された音響ベース空気プローブを有する壁部を有するコンクリートポンプブームを含み得る。

20

【0086】

プレキャスト用途：

型用途—プレキャスト設備で用いられる型は、連行空気測定能力を有するよう実装することから利益を得るであろう。これにより、コンクリート製造者は、型が充填されるときにコンクリート中に連行される空気のレベルを測定することが可能となる。これにより、コンクリート製造者はコンクリートミキサーから型への配置への間に失われた空気の量に関する理解を得て、空気仕様を満足するためにより良好な計画を立てることが可能となるであろう。本発明のいくつかの実施形態によれば、装置100は、壁部に音響ベース空気プローブ101が配置された壁部を有するプレキャスト型（図示せず）を含むかまたは係るプレキャスト型の形を取り得る。

30

【0087】

レディミックス用途：

ポンプ注入用途—レディミックスブームポンプ—この用途は、本特許出願の譲受人により開発された既知のソナーベースSOSGVFメータを利用し得る。このソナーベースSOSGVFメータは、生コンクリート中の空気レベルを制御および理解するために、ポンプ注入される間にコンクリート中に連行された空気のリアルタイム情報のために用いられ得る。係るリアルタイム情報は重要である。空気が多すぎるとコンクリートの強度に影響があり、空気が少なすぎると耐久性（凝固／融解）に影響があるであろう。毎日、大量のレディミックスコンクリートが現場でポンプ注入されているため、空気連行されたコンクリートのポンプ注入がどのようにコンクリート中の空気含有量に影響を与えるか知ることが重要である。コンクリート中の空気レベルがコンクリート打設時に理解されると、適切な調節が、ポンプ注入時の間の空気損失を補償するためにさらに上流でなされ得る。ポンプ注入時におけるコンクリート混合物中の空気損失に関する理論は、ブーム中における大きい落下と、パイプ内の高圧と、ポンプ構成およびアタッチメントと、コンクリート混合物中で用いられる物質と、を含む。

40

【0088】

レディミックス静止式工場ミキサー：本特許出願の譲受人により開発されたソナーベースSOS技術は、レディミックス静止式工場ミキサーにおけるリアルタイム空気情報のために用いられ得る。世界の多くの地域（特にヨーロッパ）において、湿式バッチ処理（w

50

et batching process)では静止式ミキサーが利用される。

【0089】

レディミックストラック回転式ドラムミキサー：本特許出願の譲受人により開発された既知のソナーベースSOS技術は、レディミックストラック回転式ドラムミキサーまたは静止式ミキサーに対しても用いられ得る。主な相違は、このユニットが、バッテリー動作が可能であり、リアルタイム空気データを無線で送信することである。この情報を用いることにより、レディミックスコンクリートの各処理単位が空気仕様範囲内で現場に到着することが可能となる。本発明のいくつかの実施形態によれば、装置100は、壁部に音響ベース空気プローブ101が配置された壁部を有するレディミックストラック回転式ドラムミキサー（図示せず）を含むかまたは係るプレキャスト型の形を取り得る。

10

【0090】

空気レベルは、移動時間全体にわたり監視され、必要に応じて化学物質添加により調節され得る。

【0091】

レディミックス回転式ドラム工場ミキサー：これらの工場ミキサーはトラックミキサーと非常に類似し、唯一の差異はわずかに大きいことである。回転式ドラム工場ミキサーは通常、10～12ヤード（約9.1～11m）の寸法である。リアルタイム空気情報を用いることにより、処理単位がトラックに投入される前に空気の高精度制御が可能となる。

【0092】

レディミックストラックシュート用途：リアルタイム空気情報のためのレディミックストラック供給シュート。これは、コンクリートがその上方を通過しトラックから出る間に空気測定がなされるよう、取り付けられるであろう。本発明のいくつかの実施形態によれば、装置100は、壁部に音響ベース空気プローブ101が配置された壁部を有するレディミックストラックシュート（図示せず）を含むかまたは係るレディミックストラックシュートの形を取り得る。

20

【0093】

レディミックス型を含む型用途：この用途は、型が充填された後に生コンクリートの空気測定を実行し得る使い捨て可能な装置の形を取り得る。

【0094】

図3a～図3d：ハンドヘルドユニットまたは音響ベース空気プローブ：

30

図3a～図3dは、本発明のいくつかの実施形態に係るハンドヘルドユニットまたは音響ベース空気プローブ50の形の装置として本発明を示す。音響ベース空気プローブ50はプローブ部分52およびハンドル部分54を有するよう構成され得る。ハンドヘルドユニットまたは音響プローブ50は、コンクリートが任意の型に注入されると、プレキャストまたはレディミックスの両方において用いられ得る。本明細書で開示されるように、ハンドヘルドユニット50のプローブ部分52はコンクリート中に沈められるか浸され、ノイズ源はそこで作動され、音速測定がなされ得る。この技術は、可能性として、当該技術分野において現在利用される既知のB型圧力ポッドの位置を占めるか、強化するか、または補完し得る。

【0095】

40

プローブ部分52は、コンクリート混合物中に注入される音響信号を提供するよう構成された音響源56と、音響信号に応答し、コンクリート混合物中に注入された音響信号に関する情報を含む信号を提供するよう構成された音響レシーバ58と、を有するよう構成され得る。本発明の範囲は、現在既知であるかまたは将来において開発される他のタイプまたは種類の音響源および音響レシーバを含むことを意図するものであるが、図3dでは、音響源56はピストン音響源の形で示され、音響レシーバ58は動的圧力トランスデューサの形で示される。

【0096】

プローブ部分52は少なくとも1つのスペーサ支柱60も有するよう構成され得る。なおスペーサ支柱60は、プローブ部分52の第1部材62および第2部材64がコンクリ

50

ート混合物中に浸漬され音響信号がコンクリート混合物を通して伝達されるときにコンクリート混合物の1部分を受容するよう構成された間隙が形成されるよう、音響源56を有するプローブ部分52の1つの部材62を、音響レシーバを有するプローブ部分52の他の部材64に接続するよう構成される。少なくとも1つのスペーサ支柱60は3つのスペーサ支柱を含み得る。本発明の範囲は1つの支柱、2つの支柱、4つの支柱、その他を用いることを含むことを意図するものであるが、これらの3つのスペーサ支柱は、図3cおよび図3dに示すように音響源と音響レシーバとの間に間隙が形成されるよう、音響源と音響レシーバとを接続するために三角形に配列され等しく離間される。本発明の範囲は、用いられる支柱(単数または複数)の個数に限定されることも、または相互に対する支柱の物理的配列に限定されることをも、意図するものではない。少なくとも1つのスペーサ支柱60は、図3cにもっともよく示すように、音響レシーバ58からのワイヤを提供するためのワイヤ導管60aを有するよう構成され得る。

10

【0097】

プローブ部分52の部材64は、密閉された様式で音響レシーバを含むよう構成された密閉端部キャップ組立体60aを含み得る。プローブ部分52の部材62は、密閉された様式で音響源56を含むよう構成された密閉組立体62aを含み得る。密閉組立体62aはピストン音響源56を作動させるよう構成された防振アクチュエータブロック62bを含み得る。防振アクチュエータブロック62bは、加速度計トランスデューサおよび静止式ボイスコイルアクチュエータフィールド組立体62dを有するボイスコイルアクチュエータ移動コイル組立体62cを含み得る。密閉組立体62aは、図3dにもっともよく示すように、位置合わせキャップ60fと防振アクチュエータブロック62bとの間に位置するよう構成され且つ防振アクチュエータブロック62bと音響源56との間に位置するよう構成された半球振動マウント60eを含み得る。密閉組立体62aは、音響源56と音響源保持部材62hとの間に位置するよう構成されたキャストウレタンスプリングシールを含むスプリングシール62gと、音響源56と音響源保持部材62hとの間に位置するよう構成されたフォトエッチングされた湾曲部62iと、を含むスプリングシール62gを含み得る。

20

【0098】

プローブ部分52の部材62は、音響信号に応答し、コンクリート混合物中に注入された音響信号に関する情報を含むさらなる信号を提供するよう構成された第2音響レシーバ60jを含み得る。第2音響レシーバ60jは、コンクリート混合物から反射された音響信号を受容するために密閉組立体62a上に位置するよう構成され得る。それとは対比的に、音響レシーバ58は、コンクリート混合物を直接的に通って伝達される音響信号を受容するよう構成され得る。

30

【0099】

密閉組立体はコンクリート混合物の温度に応答するよう構成された温度センサ60kも含み得る。

【0100】

ハンドヘルド音響ベース空気プローブの他方端上のハンドル部分54は、図3aおよび図3bにもっともよく示すように、装置ハンドル54aと、正常圧力センサコネクタ54bと、加速度計コネクタ54cと、温度およびドライブコネクタ54dとのいくつかの組み合わせを有するよう構成され得る。

40

【0101】

いくつかの実施形態によれば、音響ベース空気プローブ50は、本明細書で開示する信号プロセッサ機能を実行するよう構成された信号プロセッサを含み得る。

【0102】

例えば、信号プロセッサは、本発明のいくつかの実施形態にしたがって、および本明細書に開示するように、現在既知であるかまたは将来において開発される他のタイプまたは種類のソナーベースの技術を用いることに少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成され得る。

50

【0103】

代替的に、本発明のいくつかの実施形態によれば、信号プロセッサは、本発明のいくつかの実施形態にしたがって、および本明細書で開示するように、コンクリート混合物中に注入された音響信号に関する情報を含む信号を例えば音響レシーバ58（図3c参照）から受容することと、例えば音響源56により注入された音響信号と受容された信号との間の関係に依存する二重周波数技術に少なくとも部分的に基づいて、コンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定することと、を実行するよう構成され得る。

【0104】

代替的に、注入された音響信号は基準信号であり得、受容された信号は検出された信号であり得、信号プロセッサは、本発明のいくつかの実施形態にしたがって、および本明細書で説明するように、位相感应性ロックイン手法を用いて基準信号と検出された信号とを混合することに少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成され得る。

10

【0105】

代替的に、信号プロセッサは、本発明のいくつかの実施形態により、および本明細書で開示するように、注入された音響信号と受容された信号とを相関させることに少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成され得る。

【0106】

本発明の範囲は、ハンドヘルド音響ベース空気プローブ内の信号プロセッサがコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定する方法または技術に限定されることを意図するものである。例えば、本発明の範囲は信号プロセッサをプローブ50の他の任意の場所に位置するよう構成することを含むことを意図するものであるが、信号プロセッサはハンドヘルドユニット50の中間部分55に配置または構成され得る。

20

【0107】

いくつかの実施形態によれば、音響ベース空気プローブ50は、コンクリート混合物中に注入された音響信号に関する情報を含む信号を、例えば音響レシーバ58から、ハンドヘルド音響ベース空気プローブの外部に位置し音響ベース空気プローブ50の一部を形成しない信号プロセッサへと提供し得、ハンドヘルド音響ベース空気プローブ50は本明細書で開示する信号処理技術のうちの1つまたは複数に少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定する。

30

【0108】

図3aおよび図3dの煩雑化を避けるため、各図面は図示された各要素を指定するために用いられる参照番号を必ずしも全部含むわけではない。

【0109】

さらに、本発明のいくつかの実施形態によれば、当該技術分野で既知のB型キャニスターまたは他の形状のキャニスターが、音速測定能力を有するよう設定または構成され得る。これは、数分以内よりもむしろ数秒以内に空気測定を可能にするであろうサンプリング方法である。

【0110】

CCS-0067および0104、図4：

二重周波数技術の信号プロセッサ

図4は本発明のいくつかの実施形態に係る全般的に10として示される装置を示す。装置10は、コンクリート混合物中に注入された音響信号に関する情報を含む信号を受容し、注入された音響信号と受容された信号との間の関係に依存する二重周波数技術に少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定する、信号プロセッサ10aを含み得る。

40

【0111】

本発明の範囲は本発明のいずれの特定の実施形態にも限定されることを意図するものではないが、例えば、本明細書で説明するように、信号プロセッサ10aの機能は、ハード

50

ウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはこれらの組み合わせを用いて実現され得る。通常のソフトウェアによる実現形態では、信号プロセッサは、マイクロプロセッサと、ランダムアクセスメモリ（RAM）と、リードオンリーメモリ（ROM）と、入出力装置と、これらを接続する制御バス、データバス、アドレスバスと、を有する1つまたは複数のマイクロプロセッサベースのアーキテクチャであり得る。当業者は、信号処理ブロック10aで説明される機能（例えば容器内の通気流体を通して移動する音響信号の音速測定値に少なくとも部分的に基づいて通気流体の気体体積分率を決定することなど）を実行するよう、ならびに適切な実験なく本明細書で説明する他の機能を実行するよう、係るマイクロプロセッサベースの実現形態をプログラムする能力を有するであろう。本発明の範囲は、現在既知であるかまたは将来において開発される技術を用いるいかなる特定の實現形態にも限定されることを意図するものではない。さらに、本発明の範囲は、示すように、単独型のモジュールである信号プロセッサ、または他のモジュールを実現するための他の回路との組み合わせされた信号プロセッサを含むことを意図するものである。

10

【0112】

装置10が、本発明の一部を形成せず、したがって本明細書で詳細に説明されることがない、この装置に関する他の機能を実現するための1つまたは複数の他のモジュール、構成要素、回路、または回路10bを含み得ることも理解されるであろう。例えば、1つまたは複数の他のモジュール、構成要素、回路、または回路10bは、ランダムアクセスメモリ、リードオンリーメモリ、入出力回路、信号プロセッサ10aの信号処理機能を実現することに関連して使用されるためのデータバスならびにアドレスバス、またはレディミックスコンクリートトラックにコンクリートを混合または注入することに関連する、もしくは化学的添加剤を添加することに関連する装置もしくは構成要素を含み得る。

20

【0113】

図5a～図5bに関連して説明するように、注入された音響信号は基準信号であり得、受容された信号は検出された信号であり得、信号プロセッサは、本発明のいくつかの実施形態にしたがって、および本明細書で説明するように、位相感應性ロックイン手法を用いて基準信号と検出された信号とを混合することに少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成され得る。

【0114】

代替的に、図6a～図6cに関連して説明するように、信号プロセッサは、注入された音響信号と受容された信号とを相関させることに少なくとも部分的に基づいてコンクリート混合物中の空気パーセンテージの測定値を決定するよう構成され得る。

30

【0115】

CCS-0067：図5a～図5b性能指数を用いたコンクリート空気成分に対する位相感應性二重周波数ロックイン測定

コンクリート中の空気パーセンテージの測定に対する1つの手法は、混合物中の音速（SOS）を測定し、次にウッドの式（Wood's equation）を用いて存在するガスの量を計算することである。ソナーベースならびに他の音響受容技術に関連して用いられる様々な音速測定が、この技術を開示する多数の特許を用いて以下で説明される。コンクリート中のこの空気パーセンテージの測定値は、物質の成分および他の要因のために音響波の強度が迅速に衰退するコンクリートなどの物質中では非常に困難なものとなり得る。これは、1つの地点においてコンクリート混合物中に強力な音響信号を注入し、次にその物質の代表的な区域を通して伝播する信号の時間を計測することにより、克服が可能である。しかし、この手法は、コンクリート中に大きい圧縮波を生成するにあたり相当量のエネルギーを要求する。

40

【0116】

本発明のいくつかの実施形態によれば、この手法の変形例が実装され得る。なお係る変形例では、比較的小さい音響信号を注入することが要求されるが、システム内に存在する他の音響「ノイズ」から注入された信号を抽出することが可能である非常に高感度な検出技術が要求される。これに対して好適な1つの検出技術が位相感應性ロックイン手法であ

50

る。

【0117】

ロックイン手法では、基準信号がコンクリート混合物に注入され、その同じ信号が、結果的に生成されたコンクリート混合物から検出される信号と混合され得る。その結果のDC成分を取得するためにローパスフィルタが用いられ、基準周波数における検出された信号の振幅および位相に比例する値が取得され得る。基準が90°だけシフトされた状態で同一の計算がされると、位相成分および振幅成分が別個に決定され得る。 Θ_{ref} を基準位相とし、 Θ_{det} を検出された位相とし、 A_{det} を対象周波数における検出された信号振幅とすると、信号振幅および信号位相差は以下の一連の式、すなわち

$$\Theta = \Theta_{det} - \Theta_{ref}$$

$$X \sim A_{det} \cos(\Theta)$$

$$Y \sim A_{det} \cos(\Theta + 90^\circ) = A_{det} \sin(\Theta)$$

$$\text{信号振幅} = A_{det} = (X^2 + Y^2)^{1/2} \text{ および}$$

$$\text{信号位相差} = \Theta = \tan^{-1}(Y/X)$$

を用いて決定され得る。次に、周波数とともに計算された信号位相差は、当該物質中における信号の伝搬時間を、次にSOSを決定するために用いられ得る。

【0118】

検出された音響信号における不明瞭さ

しかしながら、注入された信号の $2 \times \pi$ 倍（または任意の倍数）に等しい伝搬時間を検出された信号が経過したならば、不明瞭さが存在する。これは、時間遅延により不明瞭さが導入されないよう、注入に用いられる周波数が十分に低くなることを保証することにより、いくぶん防ぐことが可能である。しかし、これは測定の動作範囲を著しく制限してしまうであろう。物質の減衰特性ならびに空気成分における変動により、システムは、不明瞭さが存在するであろう領域で動作することを余儀なくされ得る。これは、2つのわずかに異なる周波数を物質中に注入し、次にそれぞれを検出しそれにより2つの注入された信号間の相対的位相を、例えば図1eに示す2つの動的トランスデューサを含む図1a～図1eに示す音響プローブを用いて決定することにより、防ぐことが可能である。不明瞭さは、依然として存在し得るが、単一の注入された周波数であるよりもむしろ2つの注入された信号の差異の関数となるであろう。これは、図5a～図5bに示す図を通して見られ得る。図5aでは信号周波数の期間が約10カウントであることが見られ、これは不明瞭さなしにシステムを用いて測定が可能な「距離」である。10%の周波数差異の2つの信号が存在する図5bでは、「最良」周波数を無効化することは距離が不明瞭となるポイントを決する。これは約325カウントにおいて見られ、システムの範囲の大きい拡張である。

【0119】

SOSを計算するこのようなシステムの追加的な問題は計算の信頼性である。上述のロックイン手法は、位相遅延に対する数値、したがってSOSに対する数値を常に与えるが、その計算の信頼性を評価するにあたり指標または性能指数が必要となる。位相計算から信号の振幅も取得されるため、これは品質測定の計算のためにも用いられ得る。注入された周波数の信号の振幅を取得し、その振幅をその付近の周波数の信号のいくつかの振幅に対して比較すると、対象信号が周囲の「ノイズ」に対してどのようなものであるか、またはどのように関連するかの指標が得られ得る。 A_{sig} における対象信号の振幅と、元の信号に近接して離間する4つの他の信号の A_0 、 A_1 、 A_2 、および A_3 のサンプルとを取得すると、これら4つの比較信号を平均し、この平均を近接ノイズ $A_{noise} = (A_0 + A_1 + A_2 + A_3) / 4$ としてみなすことができる。合計正規化に関する差異を求めることにより、-1と1との間で変動する品質信号Q、すなわち、

$$Q = (A_{sig} - A_{noise}) / (A_{sig} + A_{noise})$$

が得られるであろう。1は良好品質を表し、0は対象周波数と他の周波数が同じ信号強度であることを表し、-1は対象信号が非常に微弱であることを表す。

【0120】

CCS-104：図6a～図6c、信号範囲と信号対雑音を改善するための追加的コンクリートおよび自由空間音響測定

本発明は、いくつかの実施形態によれば、明瞭な範囲を拡大するための、ならびにコンクリート（自由空間音響）信号検出の感度を拡大するための、二重周波数方法を説明する前述の開示の上に構築されたさらなる技術も提供する。上述のように、ロックイン手法に加えて、いくつかの技術が、音速検出の感度および正確度を、現在の単一波の関連技術を越えて向上させるために利用され得る。

【0121】

基本的技術を見てみると、アクチュエータを用いて測定されるべき単一周波数音響波がコンクリート混合物中に導入される。検出器は、既知の距離だけ離れて配置され、導入された音響波を、システム内の背景音響ノイズとともに検出するであろう。多くの状況では、背景音響ノイズが作動された信号よりも著しく大きいものとなり、その結果検出が極めて困難となり得る。しかし検出された信号を作動された信号と関連させることにより、物質中における音響波の通行時間に起因するいかなる位相遅延も決定可能となり、結果的に音速も計算可能となる。関連の使用は、対象信号のみを検出することを支援し、システムノイズが圧倒的に強力であり、作動周波数の周波数成分を有さない限り良好に機能する。図6aは、強いシステムノイズが存在しそのノイズのうちのいくつかが作動周波数と一致する場合に相関関数がどのように挙動するかを示す。

10

【0122】

システムノイズに関連する歪みおよびエラーを緩和する1つの方法は、励起状態にあるいくつかの周波数を利用することである。二重周波数ロックイン技術は二重周波数励起に関する利益を提供したが、この概念は連続した周波数の使用にまでさえ拡張され得る。アクチュエータに供給される励起周波数の簡単な掃引は、システムノイズの効果を低減させること、特に、存在し得るシステム音響トーンに起因する劣化を低減させることにより、補正処理の感度を顕著に向上させ得る。係る掃引は、以下の式、すなわち

20

$$Y(i) = A \sin(ai^2/2 + bi)$$

のように説明され得る。

【0123】

同一の補正処理は周波数掃引とともに利用され得る。図6bは、強力なシステムノイズが存在する状態で取得された補正関数を示す。

30

【0124】

検出された音響信号の信号対雑音を代替的に向上させるために追加的な技術（例えば符号化パルスなど）が用いられ得る。1つの係る符号化は擬似ランダムシーケンス（PRBS）の使用によるものである。PRBSはNビットのシーケンスとして定義され、このシーケンスの自己相関は、位置合わせ不良（misalignment）がゼロである場合には（onビットの個数）×シーケンス長さの数値に比例する数値を与え、位置合わせ不良である場合にはonビットの個数のみに比例する低い数値を与える。この特性により、擬似ランダムシーケンスは、低いレベルの信号を検出するために相関が用いられる場合の使用に対して特に好適となる。信号符号化の性質がランダムであるため、システム音響ノイズが符号化された信号に類似する確率は実質的にゼロとなり、非常に強力な相関が見られるであろう。図6cは、大きいシステムノイズが存在する中でPRBS符号化振動が用いられた場合の、さらに改善された相関関数を示す。

40

【0125】

符号化技術を用いて見られるように、非常に良好な信号対雑音の達成が可能である。

【0126】

自由空間音響測定の場合、様々な方法（例えば、PRBSシーケンスにしたがって励起音響波を起動または停止するなど）で、またはPRBSシーケンスにより音響信号を周波数変調することにより、PRBS励起が作られ得る。他の種類の周波数符号化（例えばmシーケンスコードまたは周波数シフトキーイング手法など）が利用され得る。

【0127】

50

ソナーベース技術

音速測定（ソナーベースの技術もしくは他の音響受容技術に関連して用いられる係る音速測定を含む）のための衝撃およびコヒーレントなノイズ源のための新規技術が、本明細書で図示および説明される。例えば、ソナーベースの連行空気メータは、全体的または部分的に米国特許第7, 165, 464号、米国特許第7, 134, 320号、米国特許第7, 363, 800号、米国特許第7, 367, 240号、および米国特許第7, 343, 820号（これら特許の全ての、その全体が、参照により援用される）において開示される、ソナーベースメータおよび計測技術の形を取り得る。

【0128】

A. 導入

既知のソナーベース技術は気体体積分率メータ（当該技術分野ではGVF-100メータとして知られる）を含み、この気体体積分率メータはパイプを通して流れる液体またはスラリーの低周波数音速（SOS）を直接的に測定する。例えば、ソナーベースの連行空気メータは、全体的または部分的に米国特許第7, 165, 464号、米国特許第7, 134, 320号、米国特許第7, 363, 800号、米国特許第7, 367, 240号、および米国特許第7, 343, 820号（これら特許の全ての、その全体が、参照により援用される）において開示される、ソナーベースメータおよび計測技術の形を取り得る。ウッドの式を用いると、任意の気泡の体積パーセントすなわちガス空隙分率（gas void fraction: GVF）が測定されたSOSから決定される。ウッドの式は、気液混合物の測定された音速に加えて、いくつかの他の入力に要求する。特に追加的入力のうちの一つである気液混合物の静圧はGVFを正確に計算するにあたり非常に重要となり得る。第1に、GVF計算のために用いられる静圧が気液混合物の実際の静圧と異なる場合、計算されたGVFは通常、実際のGVFから1%異なり得る。例えば、以下、すなわち、

GVF計算に用いられた静圧 = 20ポンド／平方インチ

計算されたGVF = 2%

実際の静圧 = 22ポンド／平方インチ

静圧誤差 = $22 / 20 - 1 = 0.1 = 10\%$

実際のGVF = $2\% \times (1 + 0.1) = 2.2\%$ （10%誤差）

のようになる。

【0129】

多くの場合、気液混合物の静圧は既存の処理プラント計器から入手可能である。この場合、測定された静圧がGVF計算に対して直接的に、例えばソナーベース気体体積分率トランスミッター（例えばGVF-100メータなど）におけるアナログ4～20mA入力を通して、入力され得る。代替的に、GVFを計算するために本来使用された固定圧力からの任意の変動に対する計算されたGVFへの相関はカスタマーDCSにおいて行い得る。

【0130】

他の場合では、GVF計算のために用いられる静圧を特に測定するために静圧トランスミッターが処理プラントに追加され得る。測定された圧力は、ソナーベース気体体積分率トランスミッター（例えばGVF-1200）に入力されてもよく、または上述のようにDCSにおいて補正がなされてもよい。

【0131】

場合により、ソナーベース気体体積分率メータ（例えばGVF-100など）が、まだ静圧ゲージが設置されておらず静圧ゲージの設置が实际的でない処理中の場所に設置され得る。これは、圧力を検出するための既存のパイプ貫通が存在せず、パイプ貫通を追加することが困難であるかまたはコストが高くなる場所であり得る。この場合、従来の圧力ゲージは利用不可能であり、以下の説明の非侵入性（クランプ型）静圧測定が用いられ得る静圧測定を有することが望ましい。

【0132】

10

20

30

40

50

B. 説明

例えば、本発明のいくつかの実施形態によれば、非侵入性静圧測定が、ソナーベースの気体体積分率検出技術（例えば既知のGVF-100メータ）のセンサ帯に一体化された従来の歪みゲージを用いて、検出され得る。パイプ内の静圧が変化するにつれて、パイプの外側上の静的歪みも変化する。簡略化のために壁部が薄い（ t を壁部肉厚、 R を半径として、 $t/R < 10$ ）と仮定して、内部の静圧に起因する接線方向の歪みは、 $\varepsilon = pR/Et$ となる（式中、 ε は接線方向の歪み（インチ／インチ）、 R は半径（インチ）、 E は弾性係数（ポンド／インチ²）、 t は壁部肉厚（インチ）である）。半径、壁部肉厚、および弾性係数は既知であるかまたは少なくとも一定であり、したがって接線方向の歪みが測定されると内部の静圧の決定も可能となる。

10

【0133】

例えば、本発明のいくつかの実施形態にしたがうと、歪み感度を最大化し温度効果を最小化するために、4つの歪みゲージがソナーベース気体体積分率検出技術（例えば既知のGVF-100メータなど）のセンサ帯上にホイートストーンブリッジ構成で配列され得る。この場合、歪みゲージ係数を2と仮定すると、感度は約 $13 \mu V / \mu \varepsilon$ となる（式中 V はボルト）。4インチのスケジュール番号40の炭素鋼パイプを仮定すると、1ポンド／平方インチの圧力変化により、ホイートストーンブリッジ出力において $4 \mu V$ の変化が生じるであろう。この感度は、より大きい半径のパイプ（全般的に t/R がより小さくなる）に対して増加するであろう。

【0134】

20

一体化された圧力ゲージは、最良の正確度のためにインサイチュで較正されてもよいが、圧力出力を特定の既知の状態に正規化し、次いで上述の接線方向の歪みに関する式を用いて、測定された歪みから圧力を計算ことで十分であり得る。

【0135】

ソナーベースの連行空気メータおよび計測技術は当該技術分野で既知であり、例えば全体的または部分的に米国特許第7,165,464号、米国特許第7,134,320号、米国特許第7,363,800号、米国特許第7,367,240号、および米国特許第7,343,820号（これら特許の全ての、その全体が、参照により援用される）において開示されるソナーベースメータの形を取り得る。ソナーベースの連行空気メータおよび計測技術は純粋位相密度を含む様々な情報を提供する能力を有し、純粋位相の液体音速は既知である。したがってGVFは、音速を測定し次にウッドの式を適用することにより、決定され得る。

30

【0136】

音速の測定によるGVFの決定は正確なデータを迅速に提供し得る。SOS測定システムは非常に柔軟であり、異なるコンクリート容器に対して作用し、特定の体積をサンプルするよう容易に構成され得る。

【0137】

上述のように、ソナーベースの連行空気メータおよび計測技術は当該技術分野で既知であり、例えば全体的または部分的に米国特許第7,165,464号、米国特許第7,134,320号、米国特許第7,363,800号、米国特許第7,367,240号、および米国特許第7,343,820号において開示されるソナーベースメータの形を取り得る。

40

【0138】

その他の既知の技術

音響トランスミッター、音響レシーバ、またはレシーバプローブおよび／またはトランスポンダーは当該技術分野で既知の装置であり、本発明の範囲は、現在既知であるかまたは将来において開発される特定のタイプまたは種類にも限定されることを意図するものではない。

【0139】

本発明の範囲

50

本発明について代表的な実施形態を参照して説明してきたが、本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更例が可能であり、等価物が本発明の構成要素に対して代用され得ることは、当業者により理解されるであろう。加えて、本発明の本質的な範囲から逸脱することなく、特定の状況または物質を本発明の教示に適応するための多数の改変例が可能であり得る。したがって本発明は、本発明を実施するために考えられる最良の形態として本明細書で開示した特定の実施形態（単数または複数）に限定されることを意図するものではない。

【図 1 a】

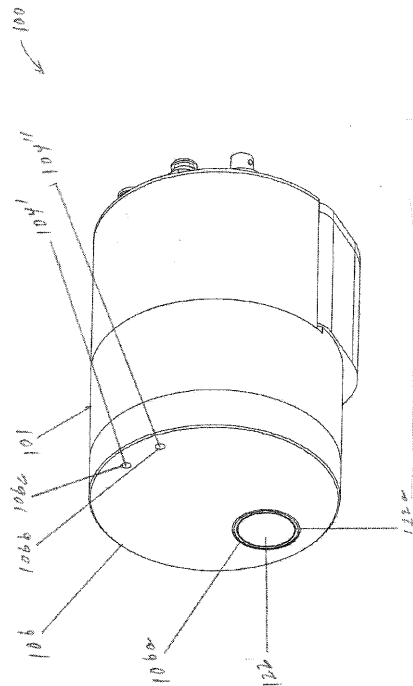


Figure 1a

【図 1 b】

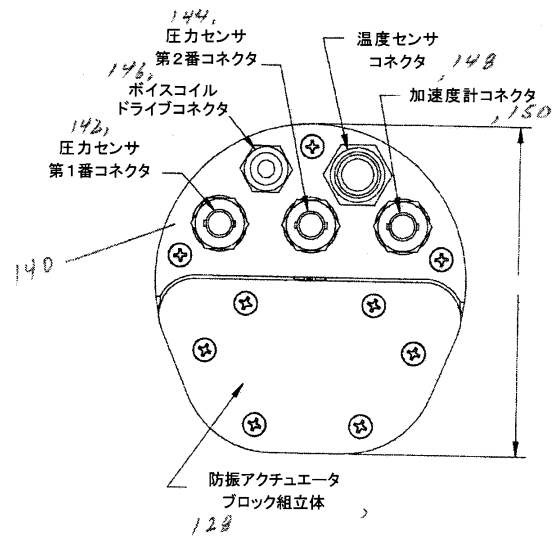


図 1b

【図 1 c】

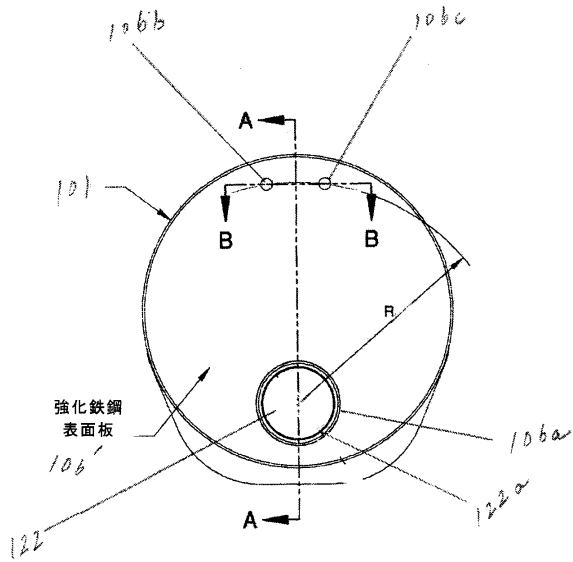


図 1c

【図 1 d】

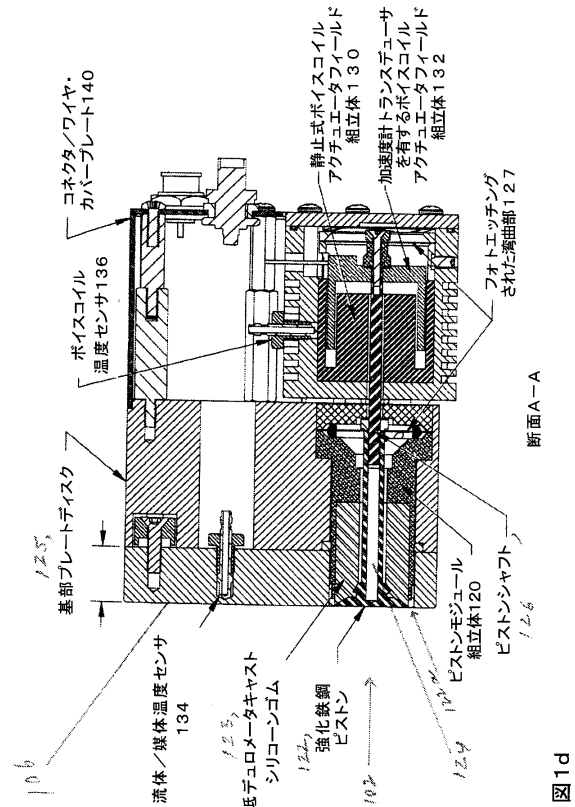


図 1d

【図 1 e】

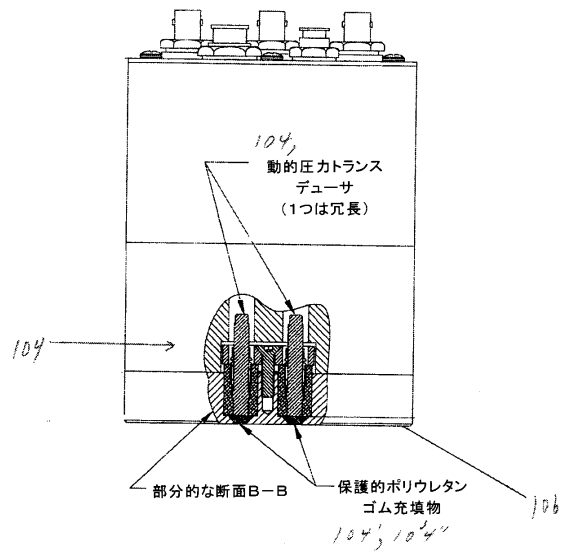


図 1e

【図 2 a】

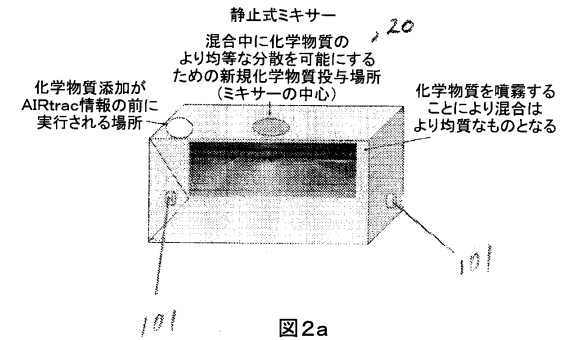


図 2a

【図 2 b】

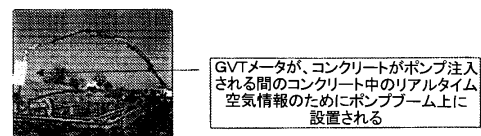
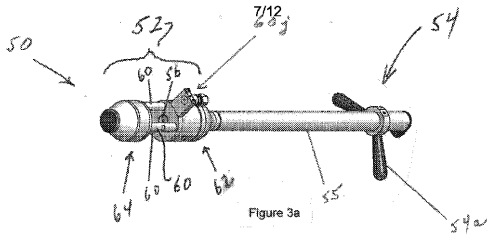
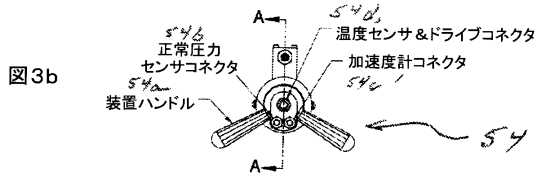


図 2b

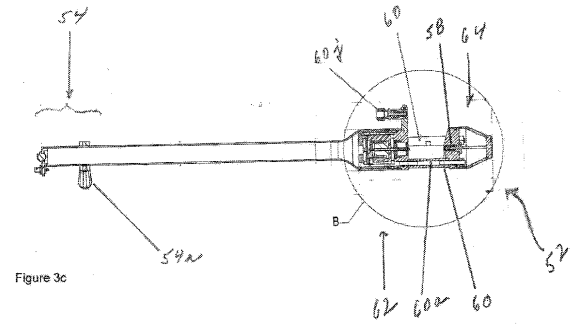
【図 3 a】



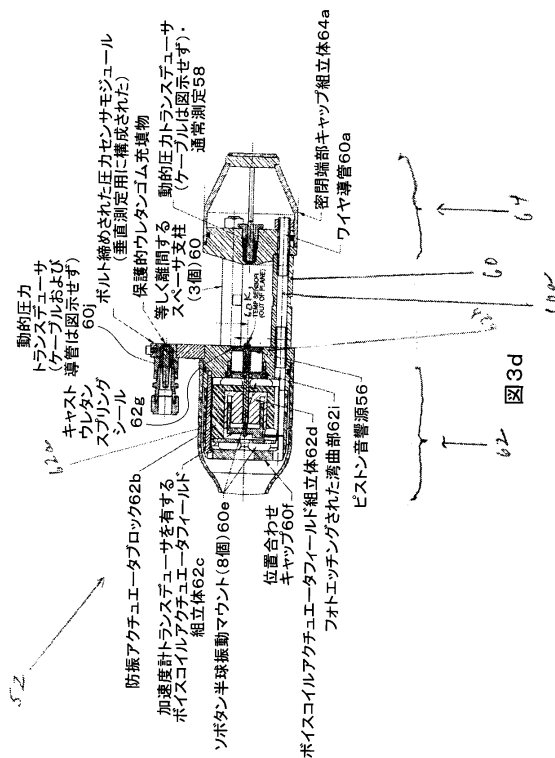
【図 3 b】



【図 3 c】



【図 3 d】



【図 4】

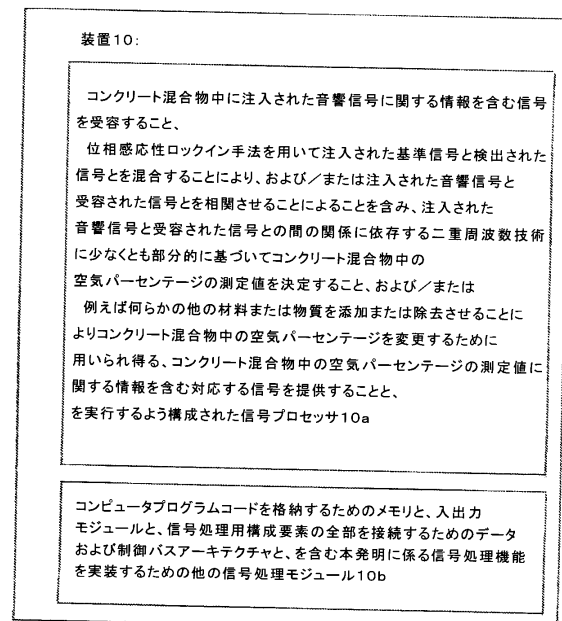


図 4

【図 5 a】

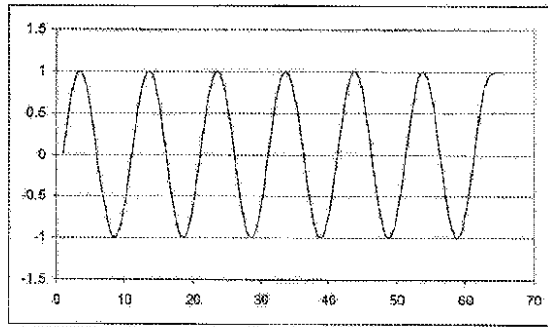


Figure 5a

【図 6 a】

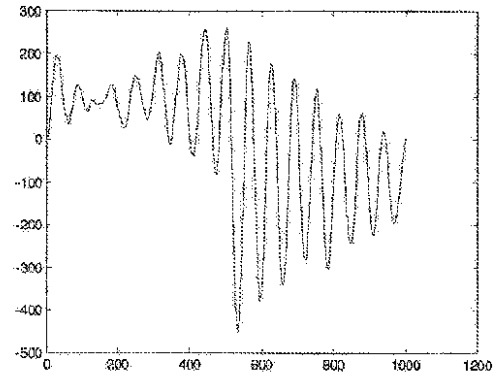


Figure 6a

【図 5 b】

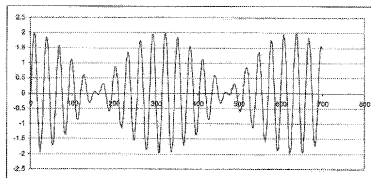


Figure 5b

【図 6 b】

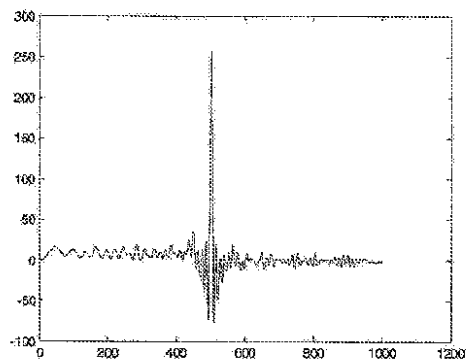


Figure 6b

【図 6 c】

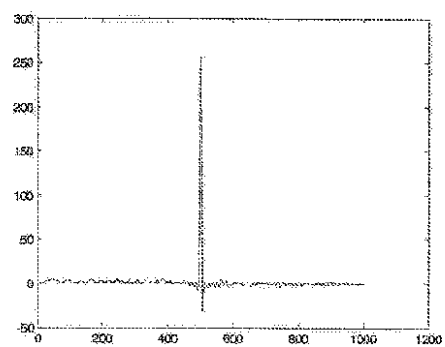


Figure 6c

フロントページの続き

- (74)代理人 100180806
弁理士 三浦 剛
- (74)代理人 100161089
弁理士 萩原 良一
- (72)発明者 ジョン ビーサック
アメリカ合衆国, コネティカット 06422, ダーラム, ロイヤル オーク ドライブ 128
- (72)発明者 ダグラス エイチ. ルーズ
アメリカ合衆国, コネティカット 06489, サウシングトン, ブランディワイン プレイス 68
- (72)発明者 マイケル エー. デイビス
アメリカ合衆国, コネティカット 06033, グラストンベリー, スティーブンス レーン 172

審査官 横尾 雅一

- (56)参考文献 特開2001-337074 (JP, A)
特開平09-257769 (JP, A)
特開昭58-169057 (JP, A)
特開2005-201676 (JP, A)
特開平04-043961 (JP, A)
特開2008-302646 (JP, A)
特開2000-241295 (JP, A)
欧州特許出願公開第00493946 (EP, A1)
国際公開第2011/109769 (WO, A1)
英国特許出願公開第02116806 (GB, A)
西独国特許出願公開第03210173 (DE, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------------|
| G01N | 29/00-29/52 |
| B28C | 1/00-9/04 |