

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-61251

(P2004-61251A)

(43) 公開日 平成16年2月26日(2004.2.26)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO1W 1/02	GO1W 1/02	Z 2F073
GO1N 27/22	GO1N 27/22	B 2G028
GO1R 27/26	GO1R 27/26	H 2G060
GO8C 15/00	GO8C 15/00	E
GO8C 19/00	GO8C 19/00	3O1A
審査請求 有 請求項の数 22 O L (全 35 頁)		

(21) 出願番号 特願2002-218968 (P2002-218968)  
 (22) 出願日 平成14年7月26日 (2002.7.26)

(71) 出願人 501203344  
 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研  
 究機構  
 茨城県つくば市観音台3-1-1  
 (74) 代理人 110000051  
 特許業務法人共生国際特許事務所  
 (72) 発明者 平藤 雅之  
 茨城県つくば市吾妻4丁目13番23号  
 (72) 発明者 深津 時広  
 茨城県つくば市吾妻1丁目1番1号 60  
 3棟805号  
 Fターム(参考) 2F073 AA16 AA19 AA21 AB01 BB04  
 BB07 BC01 CC01 CC05 CC12  
 CC14 CD01 CD11 DD02 EE16  
 FG01 FG02 FG04 FG11 GG01  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プログラマブル計測汎用モジュール並びにそれらを用いた計測システム

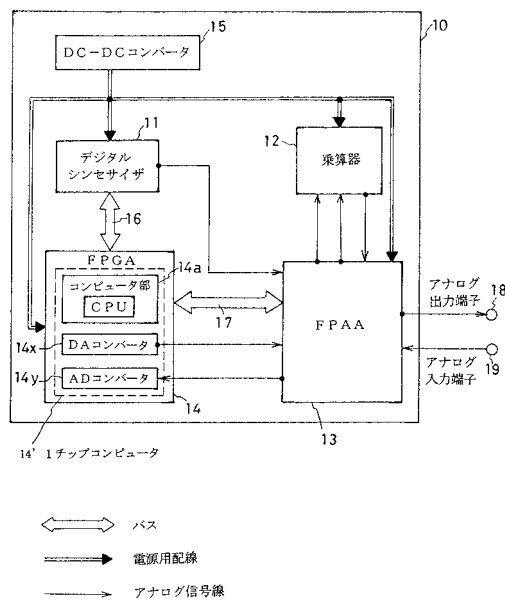
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 センサを利用する計測では、センサからの信号をアンプや周波数フィルタなどでその振幅と周波数を調整する必要がある。インターネットを介して遠隔地において計測を行う場合でも現地に赴かず離れたところから回路調整をソフトウェアで行い、回路の一部が故障しても、その故障部位を切離して他の正常な計測回路の部分を組み換えて機能を維持できるプログラマブル計測汎用モジュールと、それを用いた計測システムを提供する。

【解決手段】 デジタルシンセサイザ、FPAA、FPGA又は1チップCPU、必要ならば乗算器及びイーサネットコントローラ等の回路LSIからなる各エレメント(要素)の集積化或はモジュールとする構成のプログラマブル計測汎用モジュールを用いる。計測使用回線毎にそのモジプログラムを変えることにより、前記要素の配線及び各要素内の機能を組換えた各種計測システムを構成する。

【選択図】 図1

プログラマブル計測汎用モジュール実施例(1.0)



[注:] FPGA14に代り破線に示すように規模により1チップコンピュータ14'を汎用要素としてもよい

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

C P U、D A コンバータ、メモリから少なくともなり、第 1 のプログラムによって決められた周波数合成波形信号を出力するデジタルシンセサイザと、

2 つの入力電圧の積を電圧として出力する乗算器と、

オペアンプ、抵抗、コンデンサを少なくとも含む電子回路基本素子を複数有し、さらにそれらの定数と結線選択を第 2 のプログラムにより変更できる素子とからなる F P A A (フィールド・プログラマブル・アナログ・アレイ) と、

前記デジタルシンセサイザ、乗算器、F P A A も含めた総てを制御する C P U コアとなるコンピュータ部、D A コンバータ、A D コンバータを少なくとも有し前記第 1 及び第 2 のプログラムをデジタルバスを介して指令信号を出力するプログラマブル機能を有する F P G A (フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ) とを有する 4 回路要素から構成されるモジュールであって

計測対象である被検体からの検出信号のアナログ入力端子及び、被験体への印加信号のアナログ出力端子を前記 F P A A に備え、

前記 F P G A のコンピュータ部は前記 4 回路要素間の配線選択を前記 F P A A を用いて第 3 のプログラムにより組替える手段をさらに備え、

前記アナログ入力 / 出力端子に接続された被検体の計測条件に合致する前記第 3 のプログラムを前記コンピュータ部より起動して前記 4 回路要素間の配線を定め、前記被検体の計測の必要性に対応して第 1 又は / 及び第 2 のプログラムを起動して周波数合成波形信号を出力させるか又は / 及び前記 F P A A の各素子の結線と素子定数を定めて、被検体の計測処理ができる汎用性のあるモジュールであることを特徴とするプログラマブル計測汎用モジュール。

## 【請求項 2】

前記 4 回路要素にさらに D C - D C コンバータを設け、前記 D C - D C コンバータから前記 4 回路要素への安定電源としてそれぞれ接続配線されると共に、前記 A D コンバータのリファレンス電圧及び前記乗算器の定数として用いることを特徴とする請求項 1 記載のプログラマブル計測汎用モジュール。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載のプログラマブル計測汎用モジュールの前記 F P A A のアナログ出力端子に容量性の被検体を接続して、その端子に印加する交流電圧により前記被検体中を流れる交流電流の大きさ及び位相のずれの検出信号を前記アナログ入力端子に接続し、前記モジュールの F P G A コンピュータ部は、前記被検体へ印加すべき電圧値及び周波数の交流電圧を前記デジタルシンセサイザへバスを介して生成を指令するデジタルシンセサイザ電圧生成手段と、

前記 F P A A とバスを介して指令し増幅回路を生成すると共に、デジタルシンセサイザと F P A A 間の配線を選択し、前記生成電圧を前記増幅回路に入力し増幅させる配線設定 / 増幅回路生成手段と、

前記アンプ出力を前記アナログ出力端子へ出力する被検体への電圧印加手段と、

前記容量性の被検体に直列に接続された分割抵抗器の所定の分割端子における前記検出信号を前記アナログ入力端子から取得するため F P A A 内に所定の増幅回路及びローパスフィルタの電子回路の生成と結線をバスを介して指令し、その検出信号を入力する電子回路生成 / 検出信号入力手段と、

そのローパスフィルタの出力をバスを介して指令し、アナログ信号線により F P G A の A D コンバータに入力し、被検体を流れる電流と位相のずれを検出する電流・位相検出手段とを備え、

その検出結果より被検体の誘電率、電気伝導度又は誘電率損失、イオン濃度の少なくともいずれかの物理的性質を計測することを特徴とするプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

## 【請求項 4】

10

20

30

40

50

前記分割抵抗器は、前記 F P A A 内の電子回路基本素子により前記 F P G A コンピュータ部が、バスを介して F P A A 内に生成する分割抵抗器生成手段を備えることを特徴とする請求項 3 記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 記載のプログラマブル計測汎用モジュールの前記 F P A A のアナログ入力端子に計測センサの電圧出力端子を接続し、

前記モジュールの F P G A コンピュータ部は、前記計測センサからの計測信号電圧を前記 F P A A を介して前記 F P G A の A D コンバータに入力するに際して、その A D コンバータの入力レンジの範囲とセンサの計測信号電圧の範囲とを一致するようにバスを介して指令し F P A A 内の前記電子回路基本素子によりゲイン回路及びオフセット回路を生成するゲイン / オフセットの回路生成手段と、

その回路生成手段により一旦その範囲内で計測を行い、次にその計測値を中心として前記範囲を所定のより狭い範囲に設定するためバスを介して指令し前記ゲイン回路及びオフセット回路を調整し、計測値を A D コンバータに入力させる回路調整手段とを備え、

再計測を行うことで、分解度機能における精度を向上させることを特徴とするプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項 6】

請求項 1 又は 2 記載の複数のプログラマブル計測汎用モジュールをそれぞれ計測地点に設置し、それら各プログラマブル計測汎用モジュールのアナログ入出力端子と対応する被検体とをそれぞれ線で結線し、各プログラマブル計測汎用モジュールの F P G A コンピュータ部はそれぞれ W e b サーバの機能を備えると共に、各自のモジュールにはそれぞれ付加又は内蔵するイーサネットコントローラと、

それらイーサネットコントローラより L A N を経由して通信回線或はインターネット回線に接続する計測者のクライアント端末とを備え、

前記モジュールの F P G A コンピュータ部は、前記被検体を計測するに際し、その計測に適合した周波数、電圧値、アンプの増幅率を少なくとも含む電子回路のデータ条件を前記コンピュータ部のメモリ部に記憶する計測条件記憶手段と、前記コンピュータ部のメモリ部に記憶されたデータ条件によりデジタルシンセサイザ、F P A A へバスを介して指令し所定の電子回路を生成し、指令周波数及び電圧をアナログ出力端子へ出力する計測条件設定 / 出力手段と、

前記アナログ入力端子より入力した計測データをアナログ演算処理する F P A A 内の電子回路の生成を指令し、それを介して A D コンバータに入力し、そのデジタル計測データを W e b サーバメモリ部に記憶する電子回路生成 / 計測データ蓄積手段と、

前記計測者の W e b ブラウザ或はエージェントソフトを備えるクライアント端末より前記各プログラマブル計測汎用モジュールに対するアクセスに回答して、コンピュータ部のメモリ部に蓄積された計測データをそのクライアント端末へ送信するアクセス応答 / 計測データ送信手段とを備え、

前記計測者はそのクライアント端末より通信回線を介してアクセスし、複数計測地点に設置されている被検体から収集した各プログラマブル計測汎用モジュールに蓄積した計測データを逐次受信し収集できることを特徴とするプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項 7】

前記請求項 6 記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムにおいて、各被検体に接続する計測アナログ入出力端子に加えて、複数の計測汎用モジュール間の計測情報データ交信のための交信アナログ入出力端子を設け、それらの交信アナログ入出力端子と接続する一本の単一アナログケーブルを備え、

各モジュールの F P G A コンピュータ部はデジタルシンセサイザ及び乗算器によりバスを介して指令し、周波数多重化信号を生成させる生成周波数変調波生成手段と、

各 F P A A にその周波数多重化用信号を出力させるために、クロクバースイッチを含む多重化用電子回路を生成する多重化用電子回路生成手段と、

10

20

30

40

50

前記信号を受信して、コンピュータ部メモリ部を書換える転送指令受信/書換手段とを少なくとも備え、

複数の計測汎用モジュールの中でWebサーバ機能及びデジタル通信機能が少なくとも1台以上あれば、他のモジュールのWebサーバ機能及びデジタル通信機能が無くとも、1台のWebサーバ機能及びデジタル通信機能のある計測汎用モジュールを介して、総ての計測汎用モジュールを制御可能とすることを特徴とするプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項8】

前記モジュールのFPGAコンピュータ部は、さらに、前記計測条件記憶手段でコンピュータ部のメモリ部に記憶されているデータ条件内容の書換アクセス信号を、前記クライアント端末から通信回線を介して受付ける書換信号受付手段と、

10

前記受付に際し、クライアント端末からの少なくともID番号又はパスワードがそのモジュールのID番号又はパスワードと一致していればメモリ書換を許可し、書換信号によるデータ条件の上書を行う書換信号許可手段とを備え、

次の計測に際しては、その更新されたデータ条件により前記FPGA、デジタルシンセサイザの機能を定義するデータプログラムを書換え、計測条件・信号処理工程を変更し計測することを特徴とする請求項6又は7記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項9】

前記計測データはコンピュータ部のメモリ部へHTML(Hyper Text Markup Language)ファイル及びXML(Extensible Markup Language)ファイルとして蓄積することを特徴とする請求項6又は7記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

20

【請求項10】

前記データ条件内容はXMLファイルとして定義し、このXMLファイルはコンピュータ部のメモリ部に保存することを特徴とする請求項6又は7記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項11】

請求項1又は2記載のプログラマブル計測汎用モジュールのアナログ入力端子と、交流電圧を印加する電極、又は電磁波を受信するアンテナ、又は音波を検出するマイクロホン、又は振動波を検出する振動センサ等のプローブ又はトランスジューサの電気信号電圧端子とを接続し、

30

前記モジュールのFPGAコンピュータ部は、前記デジタルシンセサイザに対して、前記電気信号電圧の計測すべき周波数帯域の下限から上限へ所定の周波数間隔で、一定時間ずつ交流電圧 $\sin(\quad)t$ ( $\quad$ =周波数： $t$ =時間)を生成する指令を送る計測周波数生成指令手段と、

その測定周波数生成電圧 $\sin(\quad)t$ を前記乗算器に入力する配線を選択する配線設定手段と、

前記アナログ入力端子からの計測電気信号電圧を前記乗算器へ出力するようにその信号電圧を、入力する受信回路の生成をFPGAに指令すると共に、その出力を乗算器へ入力する配線を選択する受信回路生成/配線設定手段と、

40

前記乗算器における前記2つの入力電圧の乗算値をFPGAに入力させる配線を選択すると共に、その乗算値を前記一定時間積分する積分回路をFPGA内に生成を指令する配線設定/積分回路生成手段と、

その積分回路の出力の直流成分を取出ためにFPGA内にローパスフィルタ及びその信号の増幅するアンプの生成を指令すると共に、その直流値を計測する直流値計測手段と、

以上の直流値の計測を、所定の周波数間隔毎に行い各周波数毎の直流値を計測し、FPGAのメモリに記憶する周波数対直流値記憶手段とを備え、

前記プローブ又はトランスジューサで検出された電気信号を周波数別に計測することを特徴とするプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

50

## 【請求項 1 2】

前記モジュールの F P G A コンピュータ部は、さらに W e b サーバの機能を備えると共に、そのモジュールには付加又は内蔵するイーサネットコントローラと、そのコントローラより L A N を経由してインターネット回線に接続する計測者のクライアント端末とを備え、

その F P G A コンピュータ部は前記周波数毎の計測直流値を前記 W e b サーバのメモリ部へ蓄積させる W e b サーバ蓄積手段と、

前記計測者の W e b ブラウザを備えるクライアント端末より前記モジュールに対するアクセスに回答して、W e b サーバメモリ部に蓄積された計測直流値を送信する計測直流値送信手段とを少なくとも備えることを特徴とする請求項 1 1 記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

10

## 【請求項 1 3】

請求項 1 又は 2 記載のプログラマブル計測汎用モジュールのアナログ入力端子と逆方向直流電位が印加されたダイオードとを接続し、

前記モジュールの F P G A コンピュータ部は、前記アナログ入力端子からの前記ダイオードのノイズを受信・増幅するためのアンプを F P A A 内部に生成させるアンプ生成手段と、

前記 A / D コンバータに取得された所定時刻毎の電圧値の数値を乱数として F P G A 内メモリ部へ蓄積させる数値蓄積手段とを備え、

前記ダイオードの時間的にランダムにゆらいているショットノイズの電圧をシードとして乱数を発生させる周期性のない完全な乱数を生成することを特徴とするプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

20

## 【請求項 1 4】

前記ダイオードのショットノイズをアナログ入力端子より取得する代わりに、F P A A 内部に半導体素子を設定し、その半導体素子に逆方向直流電位を印加して、その半導体素子から出力するノイズを用いて乱数を生成することを特徴とする請求項 1 3 記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

## 【請求項 1 5】

前記モジュールの F P G A コンピュータ部は、さらに W e b サーバの機能を備えると共に、そのモジュールには付加又は内蔵するイーサネットコントローラと、そのコントローラより L A N を経由してインターネット回線に接続する計測者のクライアント端末を設け、

30

その F P G A コンピュータ部は前記特定周波数成分の所定時刻毎の電圧値の数値とする乱数を F P G A の W e b サーバの一時メモリ又はシフトレジスタへ入力する乱数列入力手段と、

前記計測者のクライアント端末より、そのモジュールに対するアクセスに回答して、W e b サーバの一時メモリ又はシフトレジスタメモリより前記乱数を送信する生成乱数送信手段とを備えることを特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いる計測システム。

## 【請求項 1 6】

40

請求項 1 又は 2 記載のプログラマブル計測汎用モジュールのアナログ出力端子と、高周波電力を幅射電磁波に変換するアンテナ、又は交流電圧を音波に変換する超音波・音波・振動波発振器、交流電圧を光波に変換するイルミネーション・表示器を含む発光器を含むトランスジューサとを接続し、

前記モジュールの F P G A コンピュータ部は、前記デジタルシンセサイザに対してバスを介して前記トランスジューザの動周波数帯域内の特定の周波数の搬送電圧波生成を指令すると共にその電圧波を乗算器へ入力するための配線選択を指令する搬送電圧波生成 / 配線設定手段と、

送信したい情報データをアナログ値として F P G A 内部の D A コンバータから出力させ、その出力電圧を前記乗算器へ入力させる配線選択を指令する情報データ出力 / 配線設定手

50

段と、

前記乗算器における前記デジタルシンセサイザ及びFPGAからの2つの電圧値の乗算値を前記FPGAに取得させるため、そのFPGAと乗算器間の配線選択と、取得した乗算値をハイパスフィルタを通過させその出力電力増幅を行うための電子回路生成をFPGAへ指令する配線設定/電子回路生成手段とを備え、搬送波を送信したい情報データにより変調した変調高周波或は交流電圧を前記アナログ出力端子から出力し、前記トランスジューサへ送り、トランスジューサから少なくとも電磁波又は音波又は光が出力することを特徴とするプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項17】

請求項16記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの構成の複数台の送信装置を、予め、既知座標の各地点にそれぞれ設置し、それら送信装置には、それぞれ、前記送信アンテナ、超音波・音波発振器、赤外線を含む発光器の少なくともいずれかのトランスジューサをアナログ出力端子へ接続し、

一方、請求項11記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの構成の複数台の受信装置を、予め既知座標の各地点にそれぞれ設置し、それら受信装置には、それぞれ、受信用アンテナ、マイクロホン、圧力センサ、加速度センサ、光センサ、温度センサ、電界計測プローブのいずれか複数を一体化した検出モジュールとしてアナログ入力端子へ接続し、

前記送信装置と前記受信装置の間で、あるエリアの地表面上で超高周波帯を含む電磁波、超音波を含む音波、赤外線を含む光の各周波数を搬送波として所定情報データで変調して送受信を行い、

受信装置のFPGA内コンピュータ部は、その受信データをメモリ部に記録し、その時間経過に従って変化が計測されたときは、変化のある周波数帯の伝搬状況の変化から天候・周囲状況変化・風・物の速度、人・動物の移動を推定する解析手段を備えることを特徴とするプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項18】

設定点座標がそれぞれ既知の前記複数の送信装置が、その接続されたトランスジューサが音波発振器であり、音波を放射し、一方、他の複数の設定点座標がそれぞれ既知の前記受信装置が、その接続された計測センサがマイクロホンであり、音波を受信する計測システムであって、

前記受信装置のFPGAコンピュータ部は、そのメモリ部にある通常(風速=0)の場合の検出音波と、移動変化している検出音波を比較してそのドップラー効果又は伝搬速度の差により装置間に吹いている風速を計測する手段を備えることを特徴とする請求項17記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項19】

設定点座標がそれぞれ既知の前記複数の受信装置が、そのアナログ入力端子に接続された前記検出モジュールは少なくとも振動センサであり、振動波を受信するシステムであって、

人・動物が地面を歩行するときの各時刻毎の振動波を前記複数の受信装置を計測し、各振動波が各装置に到達する時刻経過をそれぞれのFPGAのコンピュータ部は、そのメモリ部へ記憶する手段を備え、

各メモリ部に記憶された振動の到達する時刻の差より歩行者の2次元位置を推定することを特徴する請求項17記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項20】

前記複数の受信装置は、それぞれ各前記モジュールのFPGAコンピュータ部12は、さらに、Webサーバの機能を備えると共に、各モジュールには付加又は内蔵するイーサネットコントローラとLANとを経由してインターネット回線に接続する計測者のWebブラウザを備えたクライアント端末を備え、

FPGAコンピュータ部はそのメモリ部に記憶された各時刻毎の振動波をWebサーバのメモリ部に蓄積し、その時刻経過毎の振動の振巾をインターネットを介してクライアント

端末へ収集し、歩行者の2次元位置を推定することを特徴とする請求項19記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項21】

設定点座標がそれぞれ既知の前記複数の受信装置では、そのアナログ入力端子に接続された前記検出モジュールは少なくともマイクロホンであり、

一方、設定点座標がそれぞれ既知の前記複数の送信装置では、そのアナログ出力端子に接続された前記トランスジューサは少なくともスピーカを含む音波発生器であり、

前記複数の受信装置及び送信装置は、それぞれ各前記プログラマブル計測汎用モジュールのFPGAコンピュータ部には、さらに、Webサーバの機能を備えると共に、そのモジュールには付加又は内蔵するイーサネットコントローラとLANとを経由してインターネット回線に接続する計測者のWebブラウザを有するクライアント端末を備え、各送信装置から出力される音波発生器の音波を各受信装置のマイクロホンで受信するシステムにおいて、

前記複数の送信装置のFPGA内の前記Webサーバのメモリ部にそれぞれ送信音量及び位相を時刻毎に記録する送信記録手段と、一方前記複数の受信装置のFPGA内の前記Webサーバのメモリ部にそれぞれ受信音量を時刻毎に記録する受信記録手段とを少なくとも備え、

前記計測者のクライアント端末は、インターネットを介して受信装置の各Webサーバのメモリ部にある音量データを収集し、予め端末のメモリに設定されているそのエリアに定めた特定地点の音圧レベルと比較して、異なっていれば、その音圧レベルに一致するようにその周辺の送信装置の音量及び位相を調整する音量位相調整手段を備え、その特定地点の音圧レベルを増大又は減少させることができることを特徴とする請求項17記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【請求項22】

前記複数の受信装置では、そのアナログ入力端子に接続された前記検出モジュールは超高频帯まで含む受信アンテナ、マイクロホンを含む超音波検出器、赤外線を含む光センサであり、

前記複数の送信装置では、そのアナログ出力端子に接続された前記トランスジューサは超高频帯送信アンテナ、超音波を含む音波発振器、赤外線、レーザを含む発光器であり、

前記複数の受信装置及び送信装置は、それぞれ各前記プログラマブル計測汎用モジュールのFPGAコンピュータ部には、さらにWebサーバの機能を備えると共に、そのモジュールに付加又は内蔵するイーサネットコントローラとLANを経由してインターネット回線に接続するWebブラウザを有するクライアント端末を備え、

各地点に配置された前記送信装置から各地点に配置された前記受信装置への通信周波数及び電圧値(放射電力値)を前記クライアント端末からの指令によりインターネットを介し変更できるようにするため、前記送信装置は、FPGAコンピュータ部のWebサーバ内に通信周波数及び電圧値を記憶させるメモリ部を設け、

そのコンピュータ部は、前記メモリ部にある通信周波数と電圧値を読み取り、その通信周波数が動作する前記トランスジューサを選択して、読取った電圧値で送信する送信手段と、

クライアント端末からのアクセスに回答して、そのメモリ部の内容の変更を許可し、通信周波数と電圧値を更新させる通信周波数/電圧値更新手段とを少なくとも備え、

前記クライアント端末は各前記受信装置のWebサーバメモリ部へ蓄積された時刻毎の受信電圧値をインターネットを介して取得し、予め設定している受信電圧値と比較し、位置・天候に関連して伝播状況により受信電圧値が低い場合には他の通信周波数に切替え、最もよい通信周波数で動作させる通信周波数切替手段と、

最良の通信周波数にセットされたときは、さらにその電圧を変化させ、必要最小限の電圧で動作させる電圧調整手段とを少なくとも備えることを特徴とする請求項17記載のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

20

30

40

50

**【発明の属する技術分野】**

周波数合成及び再定義可能な回路から構成される各種の信号処理が行えるプログラマブル計測汎用モジュール回路並びにそれらの汎用モジュールを1以上使い、計測システムに関する。その計測システムは気象環境等の観測及び監視、農産物のための土壌水分などの計測及び観測、それら観測値の通信回線を介するデータ収集、乱数発生回路などの利用分野に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

気象・生物・農産物・食品の計測では、土壌水分、湿度、植物体の水分など水に関する計測項目が多い。また、気象や環境に関するセンサは、半導体温度センサ、熱電対、風速計、日射量センサ等の電圧やインピーダンスがまちまちであり、それぞれに専用の回路を用意する必要があった。計測項目が増えると回路は非常に複雑となった。

10

**【0003】**

これらのデータをコンピュータで処理及び記録するためには、センサ出力をA/Dコンバータ入力の電圧範囲及びサンプリング周波数に合わせて、アンプ、ローパスフィルタ、非線形補正回路などを用意する必要がある。

アンプの増幅率、ローパスフィルタのカットオフ周波数などを適切な値にするためには、カットアンドトライを繰り返す必要がある。そのため、従来の計測用回路を屋外に設置する観測システムに組み込んで使用する場合、その調整作業やメンテナンスは非常に大変であった。

20

**【0004】**

また、0~90%の土壌水分を計測する場合と0~1%の水分を精密に計測する場合ではアンプのゲイン等を大幅に変える必要がある。そのため、オンライン計測の場合には2つの観測装置を設置しなければならなかった。

**【0005】**

例えば、1kHz、振幅0~1Vの正弦波入力を要求するセンサから0~1mV、DC~1kHzの信号と1kHz以上のノイズが重畳する信号を入力信号の範囲が0~5VのA/Dコンバータでデータを得るとき、1000倍のゲインを持つアンプとカットオフ周波数1kHzのローパスフィルタが必要である。

このとき、別のセンサでは1~100kHz、振幅0~2Vの正弦波の入力を要求し、そのセンサは0~10mV、DC~100kHzの信号と100kHz以上のノイズの重畳した信号を出力するとする。

30

**【0006】**

従来の方法では、この2つのセンサが要求するそれぞれの特性を持つ回路を個別に作製しなければならない。しかも、所定の特性が得られるように抵抗やコンデンサの値をカットアンドトライで決めて作製する必要があった。

FPGA(フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ)はデジタル回路を、FPGA(フィールド・プログラマブル・アナログ・アレイ)はアナログ回路をソフトウェアで柔軟に変えることが出来る。FPGA、FPGAは単独で利用されてきたため、内部の結線やプログラムを変更するための周辺回路や開発用機器が必要であり、運用現場で書き換えることは困難であった。そのため、研究開発や試作用に用いられることがほとんどであり、その柔軟性が十分利用されていないのが現状であった。

40

**【0007】****【発明が解決しようとする課題】**

本発明は前述の問題点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、アンプ、ローパスフィルタ、非線形回路などの計測に必要な煩雑なアナログ回路を比較的単純な回路の組み合わせで構成し、その構成をソフトウェア的に変更できるようにする。

**【0008】**

これを単一の汎用の基本デバイス(プログラマブル計測汎用モジュール)として作成し、プログラマブル計測汎用モジュールを単独または多数組み合わせることで、計測

50



システムの大幅な小型化，低廉化，汎用化を図れるようにすることにある。

【 0 0 0 9 】

例えば、土壤水分，湿度，植物体の水分など水に関する計測を行うセンサはキャパシタンスの変化として計測するものが多い。キャパシタンス計測と電圧計測する一つの回路で計測できる計測システムを提供するにある。

【 0 0 1 0 】

また、インターネット等の通信回線を経由して、この回路の結線及び回路定数を遠隔地から変更できる計測システムにする。

これにより、単一の回路を多目的に利用できる。また、遠隔地から回路構成を容易に変更できる計測システムにする。

10

【 0 0 1 1 】

これにより、計測対象の変更，回路中で故障した部分を取り除いて他の回路に代替できる計測システムを提供するにある。

【 0 0 1 2 】

【 課題を解決するための手段 】

前記課題を解決するために、本発明のプログラマブル計測汎用モジュールは、CPU、DAコンバータ、メモリから少なくともなり、第1のプログラムによって決められた周波数合成波形信号を出力するデジタルシンセサイザと、

2つの入力電圧の積を電圧として出力する乗算器と、

オペアンプ、抵抗、コンデンサを少なくとも含む電子回路基本素子を複数有し、さらにそれらの定数と結線選択を第2のプログラムにより変更できる素子とからなるFPGA（フィールド・プログラマブル・アナログ・アレイ）と、

20

前記デジタルシンセサイザ、乗算器、FPGAも含めた総てを制御するCPUコアとなるコンピュータ部、DAコンバータ、ADコンバータを少なくとも有し前記第1及び第2のプログラムをデジタルバスを介して指令信号を出力するプログラマブル機能を有するFPGA（フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ）とを有する4回路要素から構成されるモジュールであって

計測対象である被検体からの検出信号のアナログ入力端子及び、被験体への印加信号のアナログ出力端子を前記FPGAに備え、

前記FPGAのコンピュータ部は前記4回路要素間の配線選択を前記FPGAを用いて第3のプログラムにより組替える手段をさらに備え、

30

前記アナログ入力／出力端子に接続された被検体の計測条件に合致する前記第3のプログラムを前記コンピュータ部より起動して前記4回路要素間の配線を定め、前記被検体の計測の必要性に対応して第1又は／及び第2のプログラムを起動して周波数合成波形信号を出力させるか又は／及び前記FPGAの各素子の結線と素子定数を定めて、被検体の計測処理ができる汎用性のあるモジュールであることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、前記4回路要素にさらにDC-DCコンバータを設け、前記DC-DCコンバータから前記4回路要素への安定電源としてそれぞれ接続配線されると共に、前記ADコンバータのリファレンス電圧及び前記乗算器の定数として用いることを特徴とする。

40

【 0 0 1 4 】

一方、本発明のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムはプログラマブル計測汎用モジュールの前記FPGAのアナログ出力端子に容量性の被検体を接続して、その端子に印加する交流電圧により前記被検体中を流れる交流電流の大きさ及び位相のずれの検出信号を前記アナログ入力端子に接続し、

前記モジュールのFPGAコンピュータ部は、前記被検体へ印加すべき電圧値及び周波数の交流電圧を前記デジタルシンセサイザへバスを介して生成を指令するデジタルシンセサイザ電圧生成手段と、

前記FPGAとバスを介して指令し増幅回路を生成すると共に、デジタルシンセサイザとFPGA間の配線を選択し、前記生成電圧を前記増幅回路に入力し増幅させる配線設定／

50

増幅回路生成手段と、

前記アンプ出力を前記アナログ出力端子へ出力する被検体への電圧印加手段と、

前記容量性の被検体に直列に接続された分割抵抗器の所定の分割端子における前記検出信号を前記アナログ入力端子から取得するため F P A A 内に所定の増幅回路及びローパスフィルタの電子回路の生成と結線をバスを介して指令し、その検出信号を入力する電子回路生成 / 検出信号入力手段と、

そのローパスフィルタの出力をバスを介して指令し、アナログ信号線により F P G A の A D コンバータに入力し、被検体を流れる電流と位相のずれを検出する電流・位相検出手段とを備え、

その検出結果より被検体の誘電率、電気伝導度又は誘電率損失、イオン濃度の少なくともいずれかの物理的性質を計測することを特徴とする。 10

【 0 0 1 5 】

また、前記分割抵抗器は、前記 F P A A 内の電子回路基本素子により前記 F P G A コンピュータ部が、バスを介して F P A A 内に生成する分割抵抗器生成手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、プログラマブル計測汎用モジュールの前記 F P A A のアナログ入力端子に計測センサの電圧出力端子を接続し、

前記モジュールの F P G A コンピュータ部は、前記計測センサからの計測信号電圧を前記 F P A A を介して前記 F P G A の A D コンバータに入力するに際して、その A D コンバータの入力レンジの範囲とセンサの計測信号電圧の範囲とを一致するようにバスを介して指令し F P A A 内の前記電子回路基本素子によりゲイン回路及びオフセット回路を生成するゲイン / オフセットの回路生成手段と、 20

その回路生成手段により一旦その範囲内で計測を行い、次にその計測値を中心として前記範囲を所定のより狭い範囲に設定するためバスを介して指令し前記ゲイン回路及びオフセット回路を調整し、計測値を A D コンバータに入力させる回路調整手段とを備え、再計測を行うことで、分解度機能における精度を向上させることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

また、複数のプログラマブル計測汎用モジュールをそれぞれ計測地点に設置し、それら各プログラマブル計測汎用モジュールのアナログ入出力端子と対応する被検体とをそれぞれ線で結線し、各プログラマブル計測汎用モジュールの F P G A コンピュータ部はそれぞれ W e b サーバの機能を備えると共に、各自のモジュールにはそれぞれ付加又は内蔵するイーサネットコントローラと 30

それらイーサネットコントローラより L A N を経由して通信回線或はインターネット回線に接続する計測者のクライアント端末とを備え、

前記モジュールの F P G A コンピュータ部は、前記被検体を計測するに際し、その計測に適合した周波数、電圧値、アンプの増幅率を少なくとも含む電子回路のデータ条件を前記コンピュータ部のメモリ部に記憶する計測条件記憶手段と、前記コンピュータ部のメモリ部に記憶されたデータ条件によりデジタルシンセサイザ、F P A A へバスを介して指令し所定の電子回路を生成し、指令周波数及び電圧をアナログ出力端子へ出力する計測条件設定 / 出力手段と、 40

前記アナログ入力端子より入力した計測データをアナログ演算処理する F P A A 内の電子回路の生成を指令し、それを介して A D コンバータに入力し、そのデジタル計測データを W e b サーバメモリ部に記憶する電子回路生成 / 計測データ蓄積手段と、

前記計測者の W e b ブラウザ或はエージェントソフトを備えるクライアント端末より前記各プログラマブル計測汎用モジュールに対するアクセスにตอบสนองして、コンピュータ部のメモリ部に蓄積された計測データをそのクライアント端末へ送信するアクセス応答 / 計測データ送信手段とを備え、

前記計測者はそのクライアント端末より通信回線を介してアクセスし、複数計測地点に設置されている被検体から収集した各プログラマブル計測汎用モジュールに蓄積した計測デ 50

ータを逐次受信し収集できることを特徴とする。

【0018】

また、プログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムにおいて、各被検体に接続する計測アナログ入出力端子に加えて、複数の計測汎用モジュール間の計測情報データ送信のための送信アナログ入出力端子を設け、それらの送信アナログ入出力端子と接続する一本の単一アナログケーブルを備え、

各モジュールのFPGAコンピュータ部はデジタルシンセサイザ及び乗算器によりバスを介して指令し、周波数多重化信号を生成させる生成周波数変調波生成手段と、

各FPGAにその周波数多重化用信号を出力させるために、クロクバースイッチを含む多重化用電子回路を生成する多重化用電子回路生成手段と、

前記信号を受信して、コンピュータ部メモリ部を書換える転送指令受信/書換手段とを少なくとも備え、

複数の計測汎用モジュールの中でWebサーバ機能及びデジタル通信機能が少なくとも1台以上あれば、他のモジュールのWebサーバ機能及びデジタル通信機能が無くとも、1台のWebサーバ機能及びデジタル通信機能のある計測汎用モジュールを介して、総ての計測汎用モジュールを制御可能とすることを特徴とする。

【0019】

また、前記モジュールのFPGAコンピュータ部は、さらに、前記計測条件記憶手段でコンピュータ部のメモリ部に記憶されているデータ条件内容の書換アクセス信号を、前記クライアント端末から通信回線を介して受付ける書換信号受付手段と、

前記受付に際し、クライアント端末からの少なくともID番号又はパスワードがそのモジュールのID番号又はパスワードと一致していればメモリ書換を許可し、書換信号によるデータ条件の上書を行う書換信号許可手段とを備え、

次の計測に際しては、その更新されたデータ条件により前記FPGA、FPGA、デジタルシンセサイザの機能を定義するデータプログラムを書換え、計測条件・信号処理工程を変更し計測することを特徴とする。

【0020】

また、前記計測データはコンピュータ部のメモリ部へHTML(Hyper Text Markup Language)ファイル及びXML(Extensible Markup Language)ファイルとして蓄積することを特徴とする。

【0021】

また、前記データ条件内容はXMLファイルとして定義し、このXMLファイルはコンピュータ部のメモリ部に保存することを特徴とする。

【0022】

また、プログラマブル計測汎用モジュールのアナログ入力端子と、交流電圧を印加する電極、又は電磁波を受信するアンテナ、又は音波を検出するマイクロホン、又は振動波を検出する振動センサ等のプローブ又はトランスジューサの電気信号電圧端子とを接続し、

前記モジュールのFPGAコンピュータ部は、前記デジタルシンセサイザに対して、前記電気信号電圧の計測すべき周波数帯域の下限から上限へ所定の周波数間隔で、一定時間ずつ交流電圧 $\sin(\quad)t$ ( $\quad$ =周波数： $t$ =時間)を生成する指令を送る計測周波数生成指令手段と、

その測定周波数生成電圧 $\sin(\quad)t$ を前記乗算器に入力する配線を選択する配線設定手段と、

前記アナログ入力端子からの計測電気信号電圧を前記乗算器へ出力するようにその信号電圧を、入力する受信回路の生成をFPGAに指令すると共に、その出力を乗算器へ入力する配線を選択する受信回路生成/配線設定手段と、

前記乗算器における前記2つの入力電圧の乗算値をFPGAに入力させる配線を選択すると共に、その乗算値を前記一定時間積分する積分回路をFPGA内に生成を指令する配線設定/積分回路生成手段と、

その積分回路の出力の直流成分を取出ためにFPGA内にローパスフィルタ及びその信号

10

20

30

40

50

の増幅するアンプの生成を指令すると共に、その直流値を計測する直流値計測手段と、以上の直流値の計測を、所定の周波数間隔毎に行い各周波数毎の直流値を計測し、FPGAのメモリに記憶する周波数対直流値記憶手段とを備え、前記プローブ又はトランスジューサで検出された電気信号を周波数別に計測することを特徴とする。

**【0023】**

また、前記モジュールのFPGAコンピュータ部は、さらにWebサーバの機能を備えると共に、そのモジュールには付加又は内蔵するイーサネットコントローラと、そのコントローラよりLANを経由してインターネット回線に接続する計測者のクライアント端末とを備え、

10

そのFPGAコンピュータ部は前記周波数毎の計測直流値を前記Webサーバのメモリ部へ蓄積させるWebサーバ蓄積手段と、

前記計測者のWebブラウザを備えるクライアント端末より前記モジュールに対するアクセスに回答して、Webサーバメモリ部に蓄積された計測直流値を送信する計測直流値送信手段とを少なくとも備えることを特徴とする。

**【0024】**

また、プログラマブル計測汎用モジュールのアナログ入力端子と逆方向直流電位が印加されたダイオードとを接続し、

前記モジュールのFPGAコンピュータ部は、前記アナログ入力端子からの前記ダイオードのノイズを受信・増幅するためのアンプをFPGA内部に生成させるアンプ生成手段と

20

、前記A/Dコンバータに取得された所定時刻毎の電圧値の数値を乱数としてFPGA内メモリ部へ蓄積させる数値蓄積手段とを備え、

前記ダイオードの時間的にランダムにゆらいでいるショットノイズの電圧をシードとして乱数を発生させる周期性のない完全な乱数を生成することを特徴とする。

**【0025】**

また、前記ダイオードのショットノイズをアナログ入力端子より取得する代わりに、FPGA内部に半導体素子を設定し、その半導体素子に逆方向直流電位を印加して、その半導体素子から出力するノイズを用いて乱数を生成することを特徴とする。

**【0026】**

また、前記モジュールのFPGAコンピュータ部は、さらにWebサーバの機能を備えると共に、そのモジュールには付加又は内蔵するイーサネットコントローラと、そのコントローラよりLANを経由してインターネット回線に接続する計測者のクライアント端末を設け、

30

そのFPGAコンピュータ部は前記特定周波数成分の所定時刻毎の電圧値の数値とする乱数をFPGAのWebサーバの一時メモリ又はシフトレジスタへ入力する乱数列入力手段と、

前記計測者のクライアント端末より、そのモジュールに対するアクセスに回答して、Webサーバの一時メモリ又はシフトレジスタメモリより前記乱数を送信する生成乱数送信手段とを備えることを特徴とする。

40

**【0027】**

また、プログラマブル計測汎用モジュールのアナログ出力端子と、高周波電力を幅射電磁波に変換するアンテナ、又は交流電圧を音波に変換する超音波・音波・振動波発振器、交流電圧を光波に変換するイルミネーション・表示器を含む発光器を含むトランスジューサとを接続し、

前記モジュールのFPGAコンピュータ部は、前記デジタルシンセサイザに対してバスを介して前記トランスジューサの動周波数帯域内の特定の周波数の搬送電圧波生成を指令すると共にその電圧波を乗算器へ入力するための配線選択を指令する搬送電圧波生成/配線設定手段と、

送信したい情報データをアナログ値としてFPGA内部のDAコンバータから出力させ、

50

その出力電圧を前記乗算器へ入力させる配線選択を指令する情報データ出力／配線設定手段と、

前記乗算器における前記デジタルシンセサイザ及びFPGAからの2つの電圧値の乗算値を前記FPGAに取得させるため、そのFPGAと乗算器間の配線選択と、取得した乗算値をハイパスフィルタを通過させその出力電力増幅を行うための電子回路生成をFPGAへ指令する配線設定／電子回路生成手段とを備え、搬送波を送信したい情報データにより変調した変調高周波或は交流電圧を前記アナログ出力端子から出力し、前記トランスジューサへ送り、トランスジューサから少なくとも電磁波又は音波又は光が出力することを特徴とする。

【0028】

また、プログラマブル計測用モジュールを用いた計測システムの構成の複数台の送信装置を、予め、既知座標の各地点にそれぞれ設置し、それら送信装置には、それぞれ、前記送信アンテナ、超音波・音波発振器、赤外線を含む発光器の少なくともいずれかのトランスジューサをアナログ出力端子へ接続し、

一方、プログラマブル計測用モジュールを用いた計測システムの構成の複数台の受信装置を、予め既知座標の各地点にそれぞれ設置し、それら受信装置には、それぞれ、受信用アンテナ、マイクロホン、圧力センサ、加速度センサ、光センサ、温度センサ、電界計測プローブのいずれか複数を一括化した検出モジュールとしてアナログ入力端子へ接続し、前記送信装置と前記受信装置の間で、あるエリアの地表面上で超高周波帯を含む電磁波、超音波を含む音波、赤外線を含む光を搬送波として所定の信号により変調して送信を行い

、受信装置のFPGA内コンピュータ部は、その受信データをメモリ部に記録し、その時間経過に従って変化が計測されたときは、変化のある周波数帯の伝搬状況の変化から天候・周囲状況変化・風・物の速度、人・動物の移動を推定する解析手段を備えることを特徴とする。

【0029】

また、設定点座標がそれぞれ既知の前記複数の送信装置が、その接続されたトランスジューサが音波発振器であり、音波を放射し、一方、他の複数の設定点座標がそれぞれ既知の前記受信装置が、その接続された計測センサがマイクロホンであり、音波を受信する計測システムであって、

前記受信装置のFPGAコンピュータ部は、そのメモリ部にある通常（風速＝0）の場合の検出音波と、移動変化している検出音波を比較してそのドップラー効果又は伝搬速度の差により装置間に吹いている風速を計測する手段を備えることを特徴とする。

【0030】

また、設定点座標がそれぞれ既知の前記複数の受信装置が、そのアナログ入力端子に接続された前記検出モジュールは少なくとも振動センサであり、振動波を受信するシステムであって、

人・動物が地面を歩行するときの各時刻毎の振動波を前記複数の受信装置を計測し、各振動波が各装置に到達する時刻経過をそれぞれのFPGAのコンピュータ部は、そのメモリ部へ記憶する手段を備え、

各メモリ部に記憶された振動の到達する時刻の差より歩行者の2次元位置を推定することを特徴とする。

【0031】

また、前記複数の受信装置は、それぞれ各前記モジュールのFPGAコンピュータ部12は、さらに、Webサーバの機能を備えると共に、各モジュールには付加又は内蔵するイーサネットコントローラとLANとを経由してインターネット回線に接続する計測者のWebブラウザを備えたクライアント端末を備え、FPGAコンピュータ部はそのメモリ部に記憶された各時刻毎の振動波をWebサーバのメモリ部に蓄積し、その時刻経過毎の振動の振巾をインターネットを介してクライアント端末へ収集し、歩行者の2次元位置を推定することを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【0032】

また、設定点座標がそれぞれ既知の前記複数の受信装置では、そのアナログ入力端子に接続された前記検出モジュールは少なくともマイクロホンであり、

一方、設定点座標がそれぞれ既知の前記複数の送信装置では、そのアナログ出力端子に接続された前記トランスジューサは少なくともスピーカを含む音波発生器であり、

前記複数の受信装置及び送信装置は、それぞれ各前記プログラマブル計測汎用モジュールのFPGAコンピュータ部には、さらに、Webサーバの機能を備えると共に、そのモジュールには付加又は内蔵するイーサネットコントローラとLANとを經由してインターネット回線に接続する計測者のWebブラウザを有するクライアント端末を備え、各送信装置から出力される音波発生器の音波を各受信装置のマイクロホンで受信するシステムにおいて、

10

前記複数の送信装置のFPGA内の前記Webサーバのメモリ部にそれぞれ送信音量及び位相を時刻毎に記録する送信記録手段と、一方前記複数の受信装置のFPGA内の前記Webサーバのメモリ部にそれぞれ受信音量を時刻毎に記録する受信記録手段とを少なくとも備え、

前記計測者のクライアント端末は、インターネットを介して受信装置の各Webサーバのメモリ部にある音量データを収集し、予め端末のメモリに設定されているそのエリアに定められた特定地点の音圧レベルと比較して、異なっていれば、その音圧レベルに一致するようにその周辺の送信装置の音量及び位相を調整する音量位相調整手段を備え、その特定地点の音圧レベルを増大又は減少させることができることを特徴とする。

20

## 【0033】

また、前記複数の受信装置では、そのアナログ入力端子に接続された前記検出モジュールは超高周波帯まで含む受信アンテナ、マイクロホンを含む超音波検出器、赤外線を含む光センサであり、

前記複数の送信装置では、そのアナログ出力端子に接続された前記トランスジューサは超高周波帯送信アンテナ、超音波を含む音波発振器、赤外線、レーザを含む発光器であり、

前記複数の受信装置及び送信装置は、それぞれ各前記プログラマブル計測汎用モジュールのFPGAコンピュータ部には、さらにWebサーバの機能を備えると共に、そのモジュールに付加又は内蔵するイーサネットコントローラとLANを經由してインターネット回線に接続するWebブラウザを有するクライアント端末を備え、

30

各地点に配置された前記送信装置から各地点に配置された前記受信装置への通信周波数及び電圧値(放射電力値)を前記クライアント端末からの指令によりインターネットを介し変更できるようにするため、前記送信装置は、FPGAコンピュータ部のWebサーバ内に通信周波数及び電圧値を記憶させるメモリ部を設け、

そのコンピュータ部は、前記メモリ部にある通信周波数と電圧値を読み取り、その通信周波数が動作する前記トランスジューサを選択して、読取った電圧値で送信する送信手段と、クライアント端末からのアクセスに回答して、そのメモリ部の内容の変更を許可し、通信周波数と電圧値を更新させる通信周波数/電圧値更新手段とを少なくとも備え、

前記クライアント端末は各前記受信装置のWebサーバメモリ部へ蓄積された時刻毎の受信電圧値をインターネットを介して取得し、予め設定している受信電圧値と比較し、位置・天候に関連して伝播状況により受信電圧値が低い場合には他の通信周波数に切替え、最もよい通信周波数で動作させる通信周波数切替手段と、

40

最良の通信周波数にセットされたときは、さらにその電圧を変化させ、必要最小限の電圧で動作させる電圧調整手段とを少なくとも備えることを特徴とする。

## 【0034】

## 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を、以下、図に基づいて説明する。図1は本発明のプログラマブル計測汎用モジュール10の実施例を示す。

## 【0035】

図中、11はデジタルシンセサイザ、12は乗算器、13はFPGA、14はFPGA、

50

15はDC・CDコンバータ、16はFPGA14とデジタルシンセサイザ11との間のデジタル信号バス、17はFPGA14とFPA A13の間のデジタル信号バス、18はアナログ出力端子、19はアナログ入力端子を示す。FPGA14は、コンピュータ部14a、DAコンバータ14x、ADコンバータ14yを少なくとも含む。18、19の端子は複数の要素を計測する際には複数であるが、簡単のため図中では一本の矢印で示している。

【0036】

ここで、デジタルシンセサイザ11は、所謂周波数合成回路であり、内部にDAコンバータ、メモリとそれらを制御するCPU部があり、外部から指令されるプログラム(第1のプログラム)により決められた波形の信号を出力する。

10

【0037】

乗算器12は2つの入力電圧値の積を電圧値として出力する。FPA A13はプログラマブルアナログ回路であり、内部にオペアンプ、抵抗、コンデンサ、クロスバースイッチ機構による配線の切替スイッチなどの電子回路の基本素子を複数有し、それらの定数と結線を外部から指令されるプログラム(第2のプログラム)で選択・変更できる。

【0038】

FPGA14は、プログラマブルデジタル回路であり、その内部にコンピュータ部14a、DAコンバータ14x、ADコンバータ14yを有し、そのコンピュータ部14aは前記デジタルシンセサイザ11、乗算器12、FPA A13も含めた総ての制御をする。

【0039】

すなわち、デジタル信号バス16、17を介してそれぞれ第1及び第2のプログラムに対して、指令する手段を備える。

20

【0040】

また、FPA A13は計測対象である被検体からの検出信号のアナログ入力端子18と、被検体への印加電圧信号などのアナログ出力端子19を備える。

【0041】

FPGA14のコンピュータ部14aは、さらに、前記デジタルシンセサイザ11、乗算器12、FPA A13、FPGA14から構成されるモジュールの4回路要素間の配線選択をプログラマブルなクロスバースイッチによって第3のプログラムにより組替える手段をさらに備える。ただし、このクロスバースイッチはFPGA14に内蔵されたものを利用することができるため、別に用意する必要はない。

30

尚、規模の小さい計測汎用モジュールとして、前記第4要素のFPGA14をコンピュータ部14a、DAコンバータ14x、ADコンバータ14yからなる1チップコンピュータとしてもよい。また、前記デジタルシンセサイザ11は内部にDAコンバータ、メモリとそれらを制御するCPU部となることから、FPGA14内で構成してもよい。

【0042】

以上のプログラマブル計測汎用モジュール10は、以下のような動作の流れとなる。

【0043】

前記アナログ入力/出力端子19、18に接続された被検体の計測条件に合致する第3のプログラムをコンピュータ部14aより起動し、前記4回路要素間の配線を定め、次にその被検体の計測の必要性に対応して、第1又は/及び第2のプログラムを起動して周波数合成信号を出力させるか、又は/及びFPA A13の各素子の結線と素子定数を定める。よって、被検体の計測処理ができる。被検体からのセンサ信号は次のようになる。

40

【0044】

被検体からのセンサ信号は、入力端子19に入力される。FPA A13内部の結線はFPGA14内部のコンピュータ部14aからの指令によって決定される。FPA A13内部のオペアンプのゲインは精密な増幅を行う場合や変調など高速に増幅率を変化させる場合に乗算器12(アナログマルチプライア)を利用する。

【0045】

これらの結線はFPA A13のプログラマブルな結線変更機能を利用して、コンピュータ

50

部 1 4 a からの指令によって決定される。

【 0 0 4 6 】

たとえば、交流ブリッジ回路はデジタルシンセサイザ 1 1 で発生した交流電源又は電圧と F P A A 1 3 内部の抵抗で生成する。

センサ信号が微弱または過大な場合には、乗算器 1 2 (アナログマルチプライア) によって D A コンバータ 1 4 x で発生した電圧等と乗算し、必要となる値に調整する。これらの信号を A D コンバータ 1 4 y でデジタルに変換するために必要となるアンプ及びローパスフィルタは F P A A 1 3 内部のオペアンプで生成する。その際に、それぞれのセンサに対して必要となる増幅率やカットオフ周波数などの回路定数は F P A A 1 3 の第 2 のプログラムを書き換えて行う。

10

【 0 0 4 7 】

また、D C - D C コンバータ 1 5 によって各回路の電源を安定化させるとともに、A D コンバータ 1 4 y のリファレンス電圧及び乗算器 1 2 の定数として用いることで、計測精度及び回路の安定性を向上させる。

【 0 0 4 8 】

A D コンバータ 1 4 y 等の回路は電源電圧の影響を受けやすく、また本発明の使用は屋外での利用が多いためノイズや電源電圧がゆらぎやすい。特にデジタルシンセサイザ 1 1 や F P A A 1 3 の電源がゆらぐと計測値が不確かになり、また外部ノイズ等によって誤動作や回路の破断が起こる可能性がある。

そのため回路に D C - D C コンバータ 1 5 を内蔵して 1 つのモジュール ( L S I ) にすると、電源電圧が多様な P C や家電製品に容易に組み込むことが出来るようになる。また、D C - D C コンバータ 1 5 の入力電圧範囲を大きくすることで、電圧変動が大きい太陽電池、風力発電機、バッテリー等の屋外で使用する電源を容易に利用できる。

20

【 0 0 4 9 】

図 1 に戻り、説明する。実線の矢印は、電圧が出力される方向を示すアナログ信号線である。ただし、F P A A 内部のクロスバースイッチによって、この配線はプログラマブルに変更可能である。そのため、生成される回路によっては切断されている場合もある。両端に矢印のある幅の太い矢印は回路間のデジタル信号を伝送するための接続用バス 1 6 , 1 7 を示す。

【 0 0 5 0 】

図中 2 重実線は、D C - D C コンバータ 1 5 から前記 4 回路要素への電源用配線を示す。

30

【 0 0 5 1 】

さらに、詳しくは前述したように D C ・ D C コンバータ 1 5 は、デジタルシンセサイザ 1 1 , F P G A 1 4 , F P A A 1 3 , 乗算器 1 2 に電力を供給すると同時に、基準電圧として A D コンバータ 1 4 y に電圧を供給する。また、定数を示す電圧として乗算器 1 2 に信号を送る。

【 0 0 5 2 】

なお、実装は用途によって変えて良い。例えば、F P G A 1 4 のコンピュータ部 1 4 a 、D A コンバータ 1 4 x , A D コンバータ 1 4 y はそれぞれ個別の I C を使って構成する場合や、逆に F P G A 1 4 内部にデジタルシンセサイザ 1 1 を組み込む場合、更に図 1 の回路全体を一つの L S I で実装する場合がある。

40

【 0 0 5 3 】

複数のセンサを用いた多チャンネルの計測では、アナログ入力端子 1 8 を複数組用意して、特定のセンサを内部または外部に組み込んでおきマルチプレクサを付加して切り替える。または、マルチプレクサの代わりに F P A A 1 3 内部のクロスバースイッチの結線をプログラム ( 第 2 のプログラム ) で変更してセンサを切り替えてもよい。

【 0 0 5 4 】

図 2 は本発明のプログラマブル計測汎用モジュール 1 0 を用いた計測システム 2 0 の実施例を示す。

【 0 0 5 5 】

50



図 2 の計測システム 20 は、FPGA 14 のコンピュータ部 14 a の命令によってデジタルシンセサイザ 11 で発生される交流電圧の電圧値及び周波数を変化させ、その交流電圧を計測対象である被検体に印加し、被検体を介して流れる電流の大きさ及び位相のずれをプログラブル回路の FPA 13 で信号処理し、被検体 25 の誘電率、電気伝導度、イオン濃度などの物理的性質を計測する計測システム 20 である。尚、被検体 25 の計測に関しては、絶縁体被覆された電極 25 a、b 間の交流電流によって誘電率を計測する場合や、絶縁体被覆のない電極 25 a、b 間を流れる交流電流によってインピーダンスを計測する場合、或いは湿度によってキャパシティが変化する湿度センサ等を含む。

【0056】

図 2 において、図中の符号番号が図 1 と同一番号は同一機能であり、その説明を省略する。 10

【0057】

25 は被検体を示し電極 25 a、b 間にある、アナログ出力端子 18 により交流電圧が印加される。26 は分割抵抗器を示し、その抵抗を流れる電流とその位相等を計測するための中間タップとアナログ入力端子 19 を接続する。

【0058】

24 は FPGA であり、そのコンピュータ部 24 a は図 1 のコンピュータ部 14 a に加えて、図 2 (b) に示す手段 24 b ~ 24 f を備える。

【0059】

ここで、手段 24 b は、被検体 25 へ印加すべき電圧値及び周波数の交流電圧をデジタルシンセサイザ 11 へバス 16 を介して生成を指令するデジタルシンセサイザ電圧生成手段である。 20

【0060】

手段 24 c は、FPA 13 へバス 17 を介して指令し、アンプ電子回路を生成すると共に、デジタルシンセサイザ 11 と FPA 13 間の配線 27 を選択し、その生成電圧を前記アンプに入力し、増幅させる配線設定 / アンプ生成手段である。

【0061】

手段 24 d はアンプ出力をアナログ出力端子 18 へ出力する被検体 25 への電圧印加手段である。

【0062】

手段 24 e は容量性の被検体 25 に直列に接続された分割抵抗器 26 の所定の分割端子 (中間タップ) における検出信号をアナログ入力端子 19 から取得するため FPA 13 内に所定のアンプ及びローパスフィルタの電子回路の生成と結線をバス 17 を介して指令し、その検出信号を入力する電子回路生成 / 検出信号入力手段である。 30

【0063】

手段 24 f は、そのローパスフィルタの出力をバス 17 を介して指令し、アナログ信号線 28 により FPGA の AD コンバータ 24 y へ入力し、被検体 25 を流れる電流と位相のずれを検出する電流・位相検出手段である。

【0064】

尚、FPA 13 内の電子回路基本素子により、FPGA コンピュータ部 14 a がバス 17 を介して指令し、FPA 13 内と分割抵抗器を生成したときは、(分割抵抗器生成手段 24 g) 図 2 (a) における分割抵抗器 26 は FPA 13 内に入る。 40

【0065】

実施例 20 の計測システムの動作の流れを以下に示す。

FPGA 24 のコンピュータ部 24 a からデジタルシンセサイザ 11 に生成する信号の波形データを送る。

【0066】

デジタルシンセサイザ 11 は、その波形の電圧を FPA 13 のアンプを経由して被検体 25 に印加する。なお、デジタルシンセサイザ 11 の出力が十分大きく FPA 13 内の増幅回路が不要な場合には、FPA 13 を介し、直接印加する。流れる電流を分割抵抗 50

器 26 により電圧に変換して F P A A 13 の入力とする。

【0067】

F P A A 13 は A D コンバータ 24 y が要求する電圧レベル及びフィルタリングを行って A D コンバータ 24 y に出力する。なお、図 2 中の抵抗 26 は F P A A 13 内部で生成すれば外付けする必要はない。したがって、その場合には図 1 の構成で図 2 がソフトウェア的に実現できる。

【0068】

この計測システム 20 は含有水分によってキャパシタンスが非線形に変化する湿度センサや土壌、植物体に適用して、水分を計測することができる。

湿度センサの場合は、湿度によって含水量が変化しキャパシタンスが変化する湿度センサを図 2 の被検体 25 の部分に接続する。 10

【0069】

土壌水分を計測する場合には、絶縁体で被覆された電極を土壌に挿入し、土壌中の水分をキャパシタンスの変化として計測する。

【0070】

植物体に含まれる水分を計測する場合には、絶縁被覆された電極の間に計測したい植物を配置し、水分をキャパシタンスの変化として計測する。

マルチプレクサによって上記の配線を適宜切換えることで、図 2 の回路一つで複数の被検体 25 に対する計測を行う。

尚、この場合入力端子 19 は F P A A 内で切換える必要があるが、一方、出力端子 18 は被検体 25 に対し平行に印加し、切換える必要がない場合もある。 20

【0071】

絶縁体で被覆された電極を土壌等の被検体 25 に挿入し、被検体 25 に含まれる元素、イオン濃度等で変化するキャパシタンス及び位相のずれ及び周波数依存性に関するスペクトラム情報も計測できる。

尚、F P A A 内の A M P は被検体 25 の印加電圧値によっては必要のない場合がある。この場合は A M P 生成手段は不要となる。

【0072】

図 3 は本発明のプログラマブル計測汎用モジュール 10 を用いた計測システム 30 の実施例の一つを示す。 30

【0073】

図 3 の計測システム 30 は計測するレンジに応じて周波数や電圧、ゲインなどを柔軟に変更することで広範囲において精度の高い計測を行える計測システムである。

【0074】

図 3 において、図中の符号番号が図 1 と同一番号は同一機能であり、その説明を省略する。

【0075】

35 は計測センサであり、その出力アナログ信号はアナログ入力端子 19 を介して F P A A へ入力する。

【0076】

34 は F P G A であり、そのコンピュータ部 34 a は図 1 のコンピュータ部 14 a に加えて、図 3 ( b ) 示す手段 34 b 、 34 c を備える。 40

【0077】

ここで、手段 34 b は、計測センサ 35 からの計測信号電圧を F P A A 13 を介して F P G A 14 の A D コンバータ 34 y に入力するに際して、その A D コンバータ 34 y の入力レンジ範囲とセンサの計測信号電圧の範囲とを一致するようにバス 17 を介して指令し、F P A A 内の電子回路基本素子によりゲイン回路、オフセット回路を生成するゲイン回路 / オフセット回路生成手段である。

【0078】

また、その回路生成手段 34 b により一旦その範囲内で計測を行い、次に、その計測値を 50

中心として、前記範囲を所定のより狭い範囲（レンジ）に設定するため、バス17を介して指令し、前記ゲイン回路、オフセット回路を調整し、計測値をADコンバータ34yに入力させる回路調整手段である。これによって、分解機能における精度を向上させることができる計測システム30である。

【0079】

次に、具体的に以下に説明する。

【0080】

例えば、計測入力用のADコンバータ34yが0～5Vの範囲の時に、日射量や温度といったような計測値に比例するセンサを取り付ける場合、そのレンジを例えば0～50とした場合、ADコンバータの分解能に応じて計測値の精度が定まってしまう。そこで一旦その範囲内で計測を行い、例えば温度がおおよそ20～24の範囲の分解能で計測することができた後、FPGA13及びFPGA14の機能を用いてオフセットやゲインを変化させ、計測可能なレンジを例えば20～24になるよう調整し、再計測を行うことで分解能における精度を向上することができる。

10

【0081】

図4、図5は、本発明の複数のプログラマブル計測汎用モジュール10を用いた計測システムの40、50の実施例を示す。

ここで、システム40の計測汎用モジュールは総てWebサーバ機能を有し、システム50は少なくとも1台以上のWebサーバ機能を有する計測汎用モジュールを有する場合を示す。システム50は汎用モジュール間の情報交信のため単一アナログケーブルKが必要となる。

20

【0082】

図4の計測システム40、図5の計測システム50はいずれもそのプログラマブル計測汎用モジュール10のFPGA44、54のコンピュータ部44a、54aにそれぞれ、Webサーバの機能を有するWebサーバ部44w、54wを設けた汎用モジュール10'を備える。

さらに、図5計測システム50はWebサーバのない計測汎用モジュール10を備える構成となる。

【0083】

汎用モジュール10'は、Webサーバ部44wを設けたコンピュータ部44'a、54'a以外は図1の汎用モジュール10と全く同一の機能を有するので、同一符号は説明を省略する。

30

【0084】

計測システム40及び50はいずれも汎用モジュール10'を複数台、さらにシステム50は汎用モジュール10を複数台使用し、各地点に存在する被検体群45、55を計測するシステムである。

【0085】

図4の計測システム40は汎用モジュールは総てWebサーバのある汎用モジュール10'から構成される場合を示し、図5の計測システム50はWebサーバのある汎用モジュール10'は少なくとも1台で他は総て汎用モジュール10の場合を示す。

40

【0086】

計測システム50の場合は、汎用モジュール間の結線数が増加するので、各デジタルシンセサイザ11と乗算器12によりキャリア周波数の異なる被変調波を生成し、各計測汎用モジュール10、10'のアナログ信号を周波数多重化によって伝送する。これによって、単一アナログケーブルKを利用できる。

尚、単一アナログケーブルKの代わりに光ケーブル、あるいはアンテナ、あるいはLED及びフォトダイオードを用いた無線送受信機による交信としてもよい。

【0087】

図4では、コンピュータ部44aのWebサーバ部44wは各自のモジュール10'にそれぞれ付加又は内蔵するイーサネットコントローラ46、56を備える。図4では、そ

50

れを含めてモジュール10'として示す。イーサネットコントローラ46はLANに接続し、ルータなどを經由して、インターネット49を介してWebブラウザを備えた計測者のクライアント端末48、58と通信できる計測システム40である。

【0088】

計測システム40、50のここで、モジュール10、10'のそれぞれのFPGA44、54のコンピュータ部44a、54aは以下に示す手段44b~44i、54b~54j、54b~54jを備える。

【0089】

手段44b、54b、54'bは被検体45、55を計測するに際し、その計測に適合した周波数、電圧値、アンプの増幅率を少なくとも含む電子回路のデータ条件をWebサーバ44w、54wメモリ部に記憶する計測条件記憶手段である。 10

【0090】

手段44c、54c、54'cはWebサーバメモリ部に記憶されたデータ条件によりデジタルシンセサイザ11、FPGA13へバス16、17を介して指令し、所定の電子回路を生成し、指定周波数電圧をアナログ出力端子18へ出力する計測条件設定/出力手段である。

【0091】

手段44d、54d、54'dは、アナログ入力端子19より計測データを受信するFPGA14内の電子回路の生成を指令し、それを介してADコンバータ44y、54yに入力し、そのデジタル計測データをWebサーバ44w、54wメモリ部に記憶する電子回路生成/計測データ蓄積手段である。 20

【0092】

手段44e、54e、54'eは、計測者のWebブラウザ48a、58a或はエージェントソフトを備えるクライアント端末48、58よりモジュール10'に対するアクセスに回答して、Webサーバメモリ部に蓄積された計測データを、そのクライアント端末48、58へ送信するアクセス応答/計測データ送信手段である。

【0093】

図4の計測システム40は、以上の手段44b~44eにより計測者はそのクライアント端末48より通信回線を介してアクセスし複数の計測地点に設置されている被検体45から収集した各プログラブル計測汎用モジュール10'bに蓄積した計測データを逐次受信し、収集できるシステムである。 30

【0094】

従って、モジュール10'の一つが不良となっても測定は継続することができる。

【0095】

図5の計測システム50では、FPGA54、54'のコンピュータ部54a、54'aは手段55b~55e、55'b~55'eに加えて以下の手段55f、55'f、55g、55'gを備える。

【0096】

手段55f、55'fは各モジュール10、10'のアナログ入出力端子19、18と総ての被検体55とをそれぞれ結線すると共に、さらに入出力端子19、18を設けて、一本の単一アナログケーブルKに各アナログ入出力端子19、18と被検体55と結線してモジュール10、10'間の情報データの通信ができるように、各モジュール10、10'のFPGAコンピュータ部54a、54'aはデジタルシンセサイザ11及び乗算器12によりバスを介して指令し、多重化用周波数変調波を生成させる周波数変調波生成手段である。 40

【0097】

手段55g、55'gは、各FPGA14にその生成周波数変調を出力するための多重化用電子回路を生成させる電子回路生成手段である。

【0098】

図4の計測システム40及び図5の計測システム50はさらに、それぞれ手段45hと4 50

5 i、手段 5 5 ' h と 5 5 ' i を備える。

【0099】

手段 4 5 h、5 5 ' h は、各モジュール 1 0 の F P G A コンピュータ部 4 5 a、5 5 a に計測条件記憶手段 4 5 b、5 5 ' b でコンピュータ部のメモリ部に記憶されているデータ条件内容の書換アクセス信号をクライアント端末 4 8、5 8 から通信回線 4 9、5 9 を介して受付ける書換信号受付手段である。

【0100】

手段 4 5 i、5 5 i は、前記受付に際し、クライアント端末 4 8、5 8 から少なくとも I D 番号又はパスワードがそのモジュール 1 0 ' の I D 番号又はパスワードと一致していれば、メモリ書換を許可し、書換信号によるデータ条件の上書を行う書換信号許可手段である。

10

計測システム 5 0 の場合は、さらにクライアント端末 5 8 から受信した指令信号を他のモジュール 1 0 へ転送するためモジュール 1 0 ' は指令信号転送手段 5 4 ' j を備え、一方モジュール 1 0 は転送指令 / メモリ書換手段 5 4 j を備える。

【0101】

以上の手段 4 5 h ~ i、5 5 h ~ i により、次の計測に際しては、その更新されたデータ条件により、F P A A 1 3、F P G A 1 4、デジタルシンセサイザ 1 1 の機能を定義するデータプログラムを書換え、よって計測条件、信号処理工程などを変更して計測できる計測システム 4 0、5 0 となる。

【0102】

ここで計測した計測データはコンピュータ部のメモリ部へ H T M L ( H y p e r T e x t M a r k u p L a n g u a g e ) ファイル及び X M L ( E x t e n s i b l e M a r k u p L a n g u a g e ) ファイルとして蓄積するので、ユーザのブラウザやエージェントソフトからアクセスできるようにすることで、ハードウェアの変更に伴うソフトウェアの処理の変更を必要最小限に抑えることができる。

20

【0103】

図 4、図 5 の計測システム 4 0、5 0 は以下に示す機能を備える。

すなわち、計測点数が増えてもイーサネットに接続するだけで配線できるため、設置が容易であり一部が故障しても全体にはその影響が及ばないというロバストネスがある。更に、ネットワークで接続されたプログラブル計測汎用モジュール 1 0 からなる全体のシステムを一つの回路として動作させ、非常に複雑な電子回路を構成することができる。各要素は個別のサーバであると同時に回路部品の一つとなることで、高機能性、信頼性、柔軟性、ロバストネスを兼ね備えた電子回路を作ることが出来る。

30

【0104】

イーサネット接続が利用の中心となる場合には、イーサネットコントローラ 4 6、5 6 は計測汎用モジュール 1 0 と同一の L S I として実装する。この際、計測データと同時に計測する際のハードウェア構成のデータ ( アンプの増幅率、周波数など ) を X M L ファイルとして定義する。この X M L ファイルはコンピュータ部 4 4 a、5 4 a のメモリ上に必ずしも格納する必要はなく、外部サーバ上に保存しても良い。

【0105】

プログラブル計測汎用モジュール 1 0 間の通信はインターネット等のネットワークで行い、アナログ信号は予め直接結線しておく。この結線数はプログラブル計測汎用モジュール 1 0 の数の 2 乗に比例して増大するため、プログラブル計測汎用モジュール 1 0 の機能を利用してデジタル信号に変換し、ネットワーク経由でリアルタイムに伝送する。

40

【0106】

ただし、図 5 に示すようにアナログ信号の周波数が高くネットワークのバンド幅が不足する場合には、プログラブル計測汎用モジュール 1 0 内の乗算器とデジタルシンセサイザ 1 1 を用いて周波数変調し、アナログ信号を周波数多重化によって伝送する。これにより、単一のアナログケーブルを利用することができる。すなわち、ネットワークのためのデジタル信号を伝送するデジタル信号線とアナログ信号を伝送するアナログ信号線の 2 組の

50

みの配線で非常に複雑な電子回路を組み上げることが出来る。

【0107】

図6は本発明のプログラマブル計測汎用モジュール10を用いた計測システム60の実施例を示す。

【0108】

図6の計測システム60は受信アンテナ、マイクロホン、振動センサ等の計測センサ等の計測センサで検出された電気信号を入力して、その電気信号を周波数別に計測する受信装置となる計測システムである。

【0109】

図6において、汎用モジュール10はコンピュータ部64a以外は図1の汎用モジュール10と全く同一の機能を有するので同一符号は説明を省略する。 10

【0110】

65は受信アンテナ、マイクロホン、振動センサなどのいずれかの計測センサを示す。その計測センサの電気信号出力端子はF P A A 13のアナログ入力端子19と接続する。

【0111】

64aは、汎用モジュール10のF P G A 64のコンピュータ部であり、図6(b)に示すように、手段64b~64gを備える。

【0112】

手段64bは、デジタルシンセサイザ11に対して、前記電気信号電圧の計測すべき周波数帯域の下限から上限へ所定の周波数間隔或は複数の周波数を指定し、一定時間ずつ交流電圧  $\sin(\quad)t$  ( : 周波数  $t$  : 時間 ) を生成する指令をバス17を介して送る計測周波数生成指令手段である。 20

【0113】

手段64cは、その測定周波数生成電圧  $\sin(\quad)t$  を乗算器12に入力する配線66を選択する配線66設定手段である。

【0114】

手段64dはアナログ入力端子19からの計測電気信号電圧を乗算器12へ出力するようにその信号電圧を入力する受信回路の生成をF P A A 13へバス17を介して指令すると共に、その出力を乗算器12へ入力する配線67を選択する受信回路生成/配線67設定手段である。 30

【0115】

手段64eは、乗算器12における2つの入力電圧の乗算値をF P A Aに入力させる配線68を選択すると共にその乗算値を一定時間積分する積分回路をF P A A内に生成を指令する配線68設定/積分回路生成手段である。

【0116】

手段64fは、その積分回路の出力の直流成分を取出すためF P A A 13内にローパスフィルタ及びその信号を増幅するアンプの生成を指令すると共に、その直流値を計測する直流値計測手段である。

【0117】

手段64gは、その直流値の計測値を所定の周波数間隔毎或は指定周波数毎に行い、それら周波数毎の直流値を計測し、F P G A 64のメモリに記憶する周波数対直流値記憶手段である。 40

【0118】

次に、この測定システム60による測定センサからの電気信号の周波数別に計測する動作をより詳細に説明する。

【0119】

アンテナ等から入力される信号を

$$e_1 = x_1 \sin(\quad_1)t + x_2 \sin(\quad_2)t + \dots + x_n \sin(n \quad_n)t$$
とする。ここで、 $x_2 \sin(\quad_2)t$ を復調したい信号とする。図6においてF P G A コンピュータ部64aからの指令によってデジタルシンセサイザ11に  $\sin(\quad_2)t$  50

を出力させ、これを乗算器 12 に入力して、入力信号  $e_1$  と乗算し、一定時間積分すると、直流成分は  $x_2$  のみとなる。FPGA 13 内部でこの直流成分を取り出すローパスフィルタ及びその信号を増幅するアンプを FPG コンピュータ部 64 a からの指令によって生成する。

【0120】

FPGA コンピュータ部 64 a からの指令によってデジタルシンセサイザ 11 が出力する信号を変化させることで、 $x_1 \sim x_n$  の信号を順次、計測することができる。

【0121】

ここで、デジタルシンセサイザ 11 で生成される信号を

$$x_1 \sin(\omega_1 t) + x_2 \sin(\omega_2 t) + \dots + x_n \sin(\omega_n t) \quad 10$$

とすると得られる信号は  $x_1 + x_2 + \dots + x_n$  ( $n$ : 整数) となる。これは、 $x_1 \sim x_n$  の値を特定の組み合わせとしたとき、情報伝送に利用できる、 $x_1 \sim x_n$  の値を特定の組み合わせを一つの符号としてノイズに対する弁別能を高める場合、例えば、 $x_1 \sim x_n$  の値を全て 1 にすると和は  $n$ 、-1 にすると和は  $-n$ 、1、-1、1、-1、... とすると和は 0 になることで 3 種類の符号を伝送できる。単純な和ではなく、重み付けする方法もある。

【0122】

例えば、コンピュータ部 64 a 内部で  $x_1 \sim x_n$  の信号とコンピュータ部 64 a 内部に予め用意された  $n$  次元のベクトルによる内積 (ベクトルの成分で重み付けした和) を取るようにすると、このベクトルに平行な成分だけが取り出せる。これにより、検出できる情報量を増やすことができる。 20

【0123】

すなわち上記は図 1 の汎用モジュール 10 に図 6 の回路構成をプログラムすることで実現出来る。

【0124】

図 7 は本発明のプログラマブル計測汎用モジュール 10 を用いた計測システム 70 の実施例を示す。

【0125】

図 7 の計測システム 70 はダイオードなどに発生するノイズをバイナリ化し、それを用いて乱数を生成させる測定システム 70 である。 30

【0126】

図 7 において、汎用モジュール 10 はコンピュータ部 74 a 以外は図 1 の汎用モジュール 10 と全く同一の機能を有するので同一符号は説明を省略する。

【0127】

75 は、逆方向電位を印加したダイオードを示す。陰極側をアナログ入力端子 19 に接続する。

【0128】

74 a は、汎用モジュール 10 の FPGA 64 のコンピュータ部であり、図 7 (b) に示すように手段 74 b、74 c を備える。

【0129】

手段 74 b は、アナログ入力端子 19 からダイオードのノイズを受信、増幅するためのアンプを FPGA 13 内部に生成させ、そのアンプ出力を乗算器 12 へ出力させる電子回路の生成をさせる手段である。 40

【0130】

手段 74 b は A/D コンバータ 74 y に取得された所定時刻毎の電圧値の数列を乱数として FPGA 内メモリ部へ蓄積させる数列蓄積手段である。

【0131】

以上の測定システム 70 は、ダイオード 75 の時間的にランダムにゆらいているショットノイズの電圧を単に数値に変換することで周期性のない完全な乱数を生成させることになる。 50

## 【0132】

尚、ダイオードのショットノイズは図7に示すようにアナログ入力端子19より取得する代わりに、FPGA13内部に半導体素子を生成させて、その半導体素子に逆方向直流電位を印加し、その半導体素子から出力するノイズを用いて乱数を生成する計測システム70としてもよい。

## 【0133】

また、図7の測定システム70において、FPGAコンピュータ部74aにさらにWebサーバ機能を備え、その汎用モジュール10にはイーサネットコントローラを付加又は内蔵させ、そのイーサネットコントローラよりLANの経由してインターネット回線に接続する計測者のクライアント端末を設けてもよい。(図示せず)

10

## 【0134】

以上のような測定システム70'では、FPGAコンピュータ部74aにさらに以下に示す手段74f及び74gを備える。

## 【0135】

手段74fは、前記所定時刻毎の電圧値を数列とする乱数をFPGAのWebサーバの一時メモリ又はシフトレジスタへ入力する乱数列入力手段である。

## 【0136】

手段74gは、計測者のクライアント端末より、そのモジュール10へ対するアクセスに回答して、Webサーバの一時メモリ又はシフトレジスタよりクライアント端末へ送信する生成乱数送信手段である。

20

## 【0137】

図8は、本発明のプログラマブル計測汎用モジュール10を用いた計測システム80の実施例を示す。

## 【0138】

図8の計測システム80はデジタルシンセサイザ11で発生させた高周波電圧をFPGA84のDAコンバータ80xの出力信号で乗算器12を介して変調し、FPGA13を経由してアナログ出力端子18に接続されたトランスジューサ85から送信させる送信装置となる計測システムである。

## 【0139】

図8において、汎用モジュール10はコンピュータ部84a以外は図1の汎用モジュール10と全く同一機能を有するので同一符号は説明を省略する。

30

## 【0140】

85は、高周波電力を輻射電磁波に変換する送信アンテナ、交流電圧を音波・超音波に変換する振動発振器、交流電圧を光波に変換するイルミネーション、表示器を含む発光器等のトランスジューサである。トランスジューサの入力端子はアナログ出力端子18に接続する。

## 【0141】

84aは、汎用モジュール10のFPGA74のコンピュータ部であり、図8(b)に示すように手段84b~84dを備える。

## 【0142】

手段84bはデジタルシンセサイザ11に対してバス16を介して、トランスジューサ85の動作周波数帯域内の特定の周波数の搬送電圧波生成を指定すると共に、その電圧波を乗算器12へ入力するための配線86選択を指令する搬送電圧波生成/配線86設定手段である。

40

## 【0143】

手段84cは、送信したい情報データをアナログ値としてFPGA14のDAコンバータ84xから出力させ、その出力電圧を乗算器12へ入力させる配線87選択を指令する情報データ出力/配線87設定手段である。

## 【0144】

手段84dは、乗算器12におけるデジタルシンセサイザ11及びFPGA14からの2

50



つの電圧値の乗算値を F P A A 1 3 に取得させるため、その F P A A 1 3 と乗算器間の配線 8 8 選択と、取得した乗算値をハイパスフィルタを通過させ、その出力電力増幅を行うための電子回路生成をバス 1 7 を介して F P A A へ指令する配線 8 8 設定 / 電子回路生成手段である。

【 0 1 4 5 】

計測システム 8 0 は、搬送波を送信したい情報データにより変調した変調高周波或は交流電圧をアナログ出力端子 1 8 を経由してトランスジューサ 8 5 へ送り、電磁波又は音波又は光波を出力する送信装置となる。

【 0 1 4 6 】

次に、測定システム 9 0 について述べる。

10

【 0 1 4 7 】

図 8 における測定システム 8 0 の送信装置 T を複数台備え、一方図 6 における測定システム 6 0 の受信装置 R を複数台備え、組み合わせれば以下のような測定システム 9 0 となる。

【 0 1 4 8 】

すなわち、天候や周囲の状況変化によりサブミリ波を含む電磁波、音波、振動、赤外線を含む光、の伝搬状態が変わる性質を利用して、各複数台の送・受信装置で周波数毎の伝搬状況の変化から降雨、風速、人間・動物の接近等の計測システム 9 0 となる。

【 0 1 4 9 】

そのためには、測定システム 8 0 の送信装置 T を複数台、予め、既知座標の各地点にそれぞれ設置し、それらの送信装置には送信アンテナ、超音波・音波発振器、赤外線を含む発光器、レーザの少なくともいずれかのトランスジューサ 8 5 をアナログ出力端子 1 8 へ接続する。

20

【 0 1 5 0 】

一方、測定システム 6 0 の受信装置 R を複数台、予め、既知座標の各地点にそれぞれ設置し、それらの受信装置にはそれぞれ受信アンテナ、マイクロホン、圧力センサ、加速センサ、光センサ、温度センサ、電界計測プローブのいずれか複数を一括化した検出モジュールとしてアナログ入力端子へ接続し、F P A A 1 3 内のマルチプレクサで入力信号を選択切替できるようにする。

【 0 1 5 1 】

以上の構成の計測システム 8 0 は送信装置 T と受信装置 R 間で、ある所定エリアの地表面上で超高周波帯を含む電磁波、超音波を含む音波、赤外線を含む光、レーザの各周波数を搬送波として所定情報データで変調して送受信を行う。

30

【 0 1 5 2 】

受信装置 R の F P G A 内コンピュータ部 8 4 a はその受信データをメモリ部に記録し、その時間経過に従って変化が計測されたとき、その変化のある周波数帯の伝搬状況の変化から天候・周囲状況変化、風・物の速度、人・動物の移動を推定する解析手段を備える計測システム 8 0 である。

【 0 1 5 3 】

図 9 ( a ) は計測システム 8 0 における複数の送信及び受信装置 T、R を用いた風速の計測の説明図である。

40

【 0 1 5 4 】

計測システム 8 0 において設定点座標がそれぞれ既知の複数の送信装置 T は、それと接続されたトランスジューサ 8 5 が音波発振器であり、音波を放射する。

【 0 1 5 5 】

一方、他の複数の設定点座標がそれぞれ既知の受信装置 R は、それに接続された計測センサがマイクロホンであり、音波を受信する計測システム 9 0 である。

【 0 1 5 6 】

計測システム 9 0 は受信装置の F P G A コンピュータ部はそのメモリ部にある通常 ( 風速 = 0 ) の場合の検出音波と、空気が移動して変化している検出音波を比較して、そのドプラ - 効果又は伝搬速度の差により装置間に吹いている風速を計測する手段を備えている。

50

受信装置のデータは、インターネットを介して計測者のクライアント端末へ収集して解析してもよい。

【0157】

そのためには、FPGAコンピュータ部84aにWebサーバ80wを備え、イーサネットコントローラを付加又は内蔵させ、LANを経由してインターネットを介してクライアント端末と通信するシステムとする。

【0158】

図9(b)は複数の受信装置Rを用いた人・動物の移動計測システム100の説明図を示す。

【0159】

この場合は、受信装置Rの振動センサであって、送信装置は不要の場合である。

【0160】

人・動物が地面を歩行するときの各時刻毎の振動波を複数の受信装置Rを計測し、各装置に到達する時刻経過をそれぞれのFPGAのコンピュータ部84aのメモリ部へ記憶する手段を備えて、その時刻の差により歩行者の2次元、或は3次元位置を推定できる。受信装置のデータはインターネットを介して計測者のクライアント端末へ収集し、解析してもよい。そのためには前述したようにWebサーバを備える。

【0161】

また、人間や動物の歩行による振動を複数の装置で計測し、振動が装置に到達する時刻の差から歩行者の位置を推定する。振動の伝搬速度が既知の場合には、歩行者の2次元位置を推定するためには少なくとも3台の装置を用いる。伝搬速度が未知の場合には、最低4台用いることで推定できる。装置がそれ以上に多い場合には、最小2乗法により位置を精度良く推定できる。車両等の騒音を発する音源があるとき、この方法でその位置及び移動速度が計測できる。

【0162】

電磁波、音波の伝搬は途中の障害物による遮蔽や反射によって変化し、この変化は周波数に依存する。その変化のパターンは非常に複雑であるが、流星の落下がFM放送等の放送波の反射によって検出されるように、周波数ごとにその変化を計測し、実際のイベントと比較することで人の通過等で生起するパターンを統計的に推定することが可能である。

【0163】

人・動物移動計測システム100は複数の送信装置Tに超音波発振器のトランスジューサを用い、その超音波を受信するセンサのある複数の受信装置Rからなる人・動物移動計測システム110であってもよい。

【0164】

次に、計測システム80において、各送信装置毎の音量及び位相を調整した音波を発生させ、特定地点での音圧レベルを増大又は減少させる計測システム120について述べる。

【0165】

この計測システム120では、複数の受信装置Rはアナログ入力端子19に接続された検出モジュールは少なくともマイクロホンである。

【0166】

一方、複数の送信装置Tはアナログ出力端子18に接続されたトランスジューサは少なくともスピーカを含む音波発生器である。

【0167】

いずれも、送受信装置T、Rは設定点座標が既知である。

【0168】

それぞれの汎用モジュール10はFPGAコンピュータ部84aにWebサーバ84wの機能を備え、イーサネットコントローラをモジュール10に付加又は内蔵して、LAN、インターネットを介して計測者のクライアント端末と通信できる。

【0169】

送信装置TのFPGA内Webサーバメモリ部にはそれぞれ送信音量及び位相を時刻毎に

10

20

30

40

50

記録する送信記録手段を備える。

【0170】

一方、受信装置RのFPGA内Webサーバメモリ部にはそれぞれ受信音量を時刻毎に記録する受信記録手段を備える。

【0171】

計測者のクライアント端末は、インターネットを介して受信装置の各Webサーバのメモリ部にある音量データを収集し、予め、端末のメモリに設定されているエリアに定めた特定地点の音圧レベルと比較して、異なっていれば、その音圧レベルに一致するように、その周辺の送信装置の音量及び位相を逐次に、カットアンドトライによる調整を行う位相調整手段を備える。

10

【0172】

すなわち、多数の装置があるとき、各装置から出力される音量及び位相を調節することで特定地点での平均的な音量を大きくすることができる。装置間のイーサネット等による通信速度が十分速い場合、各装置から出力される音波の位相を正確に調整することが可能である。既存のアクティブノイズコントロール法と組み合わせて利用することで、特定地点の音圧レベルを増大または減少させることができる。特定地点に騒音源があるとき、多数の装置を設置することでその騒音を弱めることが可能である。

【0173】

次に、測定システム80において、送受信装置間の位置、天候などの伝播状況に応じて周波数や電圧を変更し、最小の消費電力で信号を送信する計測システム130について述べる。

20

【0174】

測定システム80において複数の受信装置Rでは、そのアナログ入力端子19に接続された検出計測モジュールは超高周波帯まで含む受信アンテナ、マイクロホンを含む超音波検出器、赤外線を含む光センサである。

【0175】

一方、その複数の送信装置Tでは、そのアナログ出力端子18の接続されたトランスジューサは超高周波帯送信アンテナ、超音波を含む音波発振器、赤外線・レーザを含む発光器が少なくとも1つからなる。

【0176】

複数の受信装置R及び送信装置Tは、それぞれ各汎用モジュール10のFPGAコンピュータ部84aにはさらにWebサーバ機能を備える。さらに、そのモジュール10に付加又は内蔵してイーサネットコントローラがあり、LANを経由してインターネット回線に接続する計測者のクライアント端末を備える。

30

【0177】

各地点に配置された送信装置Tから各地点に配置された受信装置Rへの通信周波数及び放射電力値(電圧値)をクライアント端末からの指令により、インターネットを介し変更できるようにするため、送信装置Tは、そのFPGAコンピュータ部のWebサーバ内に通信周波数及び電圧値を記憶させるメモリ部を設ける。

【0178】

そのコンピュータ部は、メモリ部にある通信周波数と放射電力値(或は電圧値)を読取り、その通信周波数が動作するトランスジューサを選択して、読取った放射電力値(電圧値)で送信する送信手段と、クライアント端末からのアクセスに回答して、そのメモリ部の内容の変更を許可し、通信周波と電圧値を更新させる通信周波数/電圧値更新手段を少なくとも備える。

40

【0179】

クライアント端末は各受信装置RのWebサーバメモリ蓄積された時刻毎の受信電圧値をインターネットを介し、取得し、予めクライアント端末のメモリに設定している受信電圧値と比較し、位置・天候に関連して伝播状況により受信電圧値が低い場合には、他の通信周波数に切替え、最もよい通信周波数で動作させる通信周波数切替手段と、最良の通信周

50

波数にセットされたときは、さらにその電圧を変化させて、必要最小限の電圧で動作させる電圧調整手段を備える。

【0180】

図11に以上述べた計測システム130の構成を示してある。

【0181】

図10(a)は送信装置Tの動作周波数を変化させた場合の周波数の指向性が変わることを示す説明図である。動作周波数により受信装置Rの受信感度が大きく変化する。

【0182】

図10(b)は、送信装置Tの放射電力を変化させた場合、受信装置Rまでの到達距離が変化することを示す。

【0183】

以上のように送受信装置間の位置や天候などの伝播状況に応じて周波数や電圧を変更し、最小の消費電力で信号を送信する計測システム130であり、電波、音波等の伝播は通信周波数に依存しており、直進性や回りこみなども異なる。また障害物などがある場合、通信状態が劣化する。そこで最初に装置間の通信を行う際、この装置の周波数や出力を任意に変化させて通信できる機能を用いて、周波数や出力を変化させ、これらと通信状態との関係を求め、設定通信速度が確保できるレベルまで周波数や出力を調整することで、消費電力を抑えた通信を行うことができるシステムとなる。通信手段を複数備えることは、LSIの集積度向上に伴って製作上の大きな障害要因とはならないが、太陽電池発電や熱電発電、あるいは受信した電波を電力源として、プログラマブル汎用計測モジュールを駆動する際には、消費電力を減らすことは非常に重要な要素となる。更に異なる通信手段を有することで、環境変化によって通信が切断されることが少なくなる。

【0184】

図12はプログラマブル計測汎用モジュール10を用い、そのメモリにある計測方向のプログラムをインターネットを介し、書換え、計測対象及び信号処理方法を変更することができる計測システム140を示す。

【0185】

各要素は個別のサーバであると同時に回路部品の一つとなることで、高機能性、信頼性、柔軟性、ロバストネスを兼ね備えた電子回路を作ることが出来る。例えば、プログラマブル計測モジュール1を高周波アンプ、プログラマブル計測モジュール2を中間周波数へ変換するミキサ、プログラマブル計測モジュール3を中間周波数アンプ、プログラマブル計測モジュール4を検波回路、プログラマブル計測モジュール5を低周波アンプとすることで、スーパーヘテロダイン受信機を構成することが出来る。

【0186】

このとき、もしプログラマブル計測モジュール1が故障しても、プログラマブル計測モジュール2の内部回路に代替させることができる。更に深刻な故障の場合には、プログラマブル計測モジュール5を予備として用意しておき、これを故障したプログラマブル計測モジュールの代替に利用すれば良い。

【0187】

ラジオやテレビ等の音声信号や画像信号をプログラマブル計測モジュールで検出しそれをインターネット経由でパソコンに伝送することで視聴することができる。

【0188】

家電製品で利用されているアンプ等をプログラマブル計測モジュールに置き換えると、音量等の操作をインターネット経由できる。また、機能を変更できる。

【0189】

図13は本発明の各計測システムの組合わせと、デジタルカメラ、無線LANなどの追加で、図に示すように動植物、環境、人間や財産の監視等を行う小型で安価な観測装置を作ることができることを示す。

【0190】

10

20

30

40

50

**【発明の効果】**

本発明のプログラマブル計測汎用モジュール並びにそれらを用いた計測システムは、以下に示す効果を奏する。

**【0191】****(1) 回路の単純化と調整の容易さ**

従来では、センサを利用する計測では、センサからの信号を増幅器や周波数フィルタなどで必要な強度と周波数の信号に調整する必要がしばしばあり、ゲインやフィルタ特性などの調整をカットアンドトライで行っていた。また、この作業は屋外では非常に困難な作業であったが、以下のように容易に作業を行うことができる。

**【0192】**

本発明によって、インターネット等を介して遠隔地において計測を行う場合でも現地に赴かずに離れたところから回路調整をソフトウェア的に行うことができる。また、回路の一部が故障した場合には、故障部位を切り離して他の正常な回路部分を組み換えることで機能を維持することができる。

**【0193】**

このような回路を、デジタルシンセサイザ、FPGA、FPGA（またはワンチップマイコン）必要ならば乗算器を加えた複数のLSIまたはモジュールだけで実現でき、さらに様々なセンサからの信号をインターネット経由で計測可能となる。

**【0194】****(2) 集積化が容易**

デジタルシンセサイザ、FPGA、FPGA（またはCPU）、乗算器、イーサネットコントローラ等必要な回路は既に個別にはLSIまたはICとして実装されているためプログラマブル計測汎用モジュールとは、全体を1つのLSIとして集積化することが容易である。

**【0195】****(3) 量産化が容易**

センサや計測用途に応じて個別のハードウェアを設計するのではなく、同じハードウェアを作り、プログラムを変えることで様々な用途に適用できる。

**【0196】****(4) 小型化が可能**

用途に応じてプログラムを書き換えることで限られたハードウェア資源を有効に利用でき、小さなチップ面積で実現できる。

また、汎用性が高いことから以下のような効果がある。

**【0197】**

(5) LSIに組み込むことが可能な温度、加速度センサ等はひとつのLSI内に実装することが出来るため、高機能なセンサ用チップとして利用できる出来る。

**【図面の簡単な説明】**

【図1】本発明のプログラマブル計測汎用モジュールの一実施例10の構成である。

【図2】本発明のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの一実施例20の構成である。

【図3】本発明のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの一実施例30の構成である。

【図4】本発明のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの一実施例40の構成である。

【図5】本発明のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの一実施例50の構成である。

【図6】本発明のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの一実施例60の構成である。

【図7】本発明のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの一実施例70の構成である。

10

20

30

40

50

【図 8】本発明のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの一実施例 80 の構成である。

【図 9】(a) は複数の送信装置を用いた風速計測の説明図である。

(b) は複数の受信装置を用いた人・動物移動計測の説明図である。

【図 10】(a) は動作周波数を変化した場合の周波数指向性が変わる説明図である。

(b) は放射電力を変化した場合の到達距離が変わる説明図である。

【図 11】本発明の光・音波・電磁波等の送信部・受信部を有する計測システム 130 の構成である。

【図 12】本発明のインターネットを介し計測条件を変更できる計測システム 140 の構成である。

10

【図 13】本発明の各種計測システムを組合わせた観測装置の一実施例の構成説明図である。

【符号の説明】

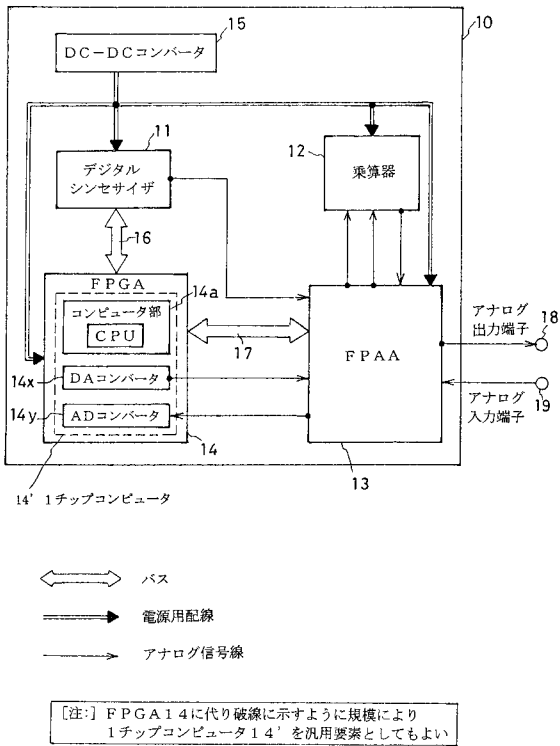
- 10、10' プログラマブル計測汎用モジュール
- 11 デジタルシンセサイザ
- 12 乗算器
- 13 F P A A
- 14 F P G A、或いは 1 チップコンピュータ
- 14 a コンピュータ部
- 14 x D A コンバータ
- 14 y A D コンバータ
- 15 D C ・ C D コンバータ
- 16 F P G A デジタルシンセサイザ間バス
- 17 F P G A - F P A A 間バス
- 18 アナログ出力端子
- 19 アナログ入力端子
- 20、30、40、50、60、70、80 モジュール 10 を用いた測定システム
- 24、34、44'、54、54'、64、74、84 測定システムの F P G A
- 24 a、34 a、44' a、54 a、54' a、64 a、74 a、84 a、測定シス
- テムの F P G A コンピュータ部
- 44 w、54 w W e b サーバ
- 25、45、55 被検体
- 35、65 計測センサ
- 48、58 計測者のクライアント端末
- 49、59 インターネット回線
- 46 イーサネットコントローラ
- 75 ダイオード
- 85 トランスジューサ

20

30

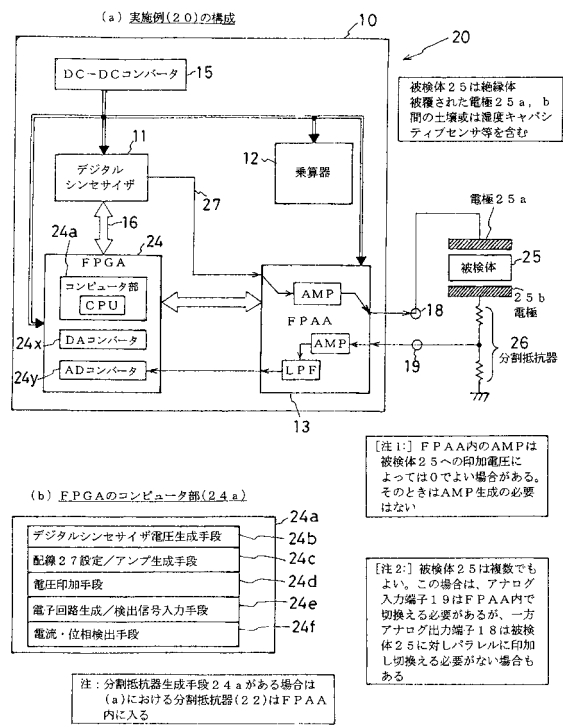
【図1】

プログラマブル計測汎用モジュール実施例(1.0)



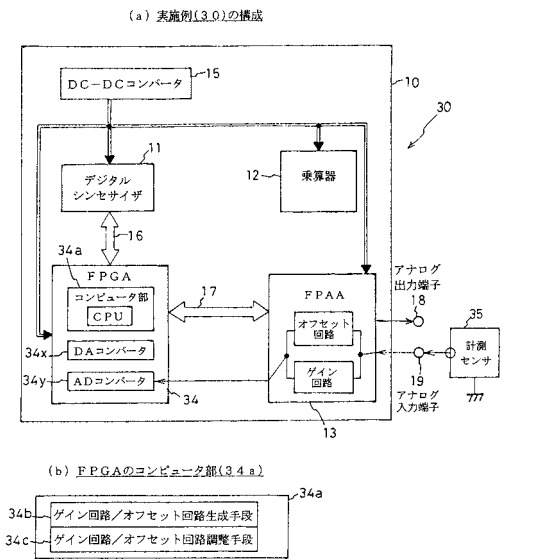
【図2】

プログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの実施例(2.0)



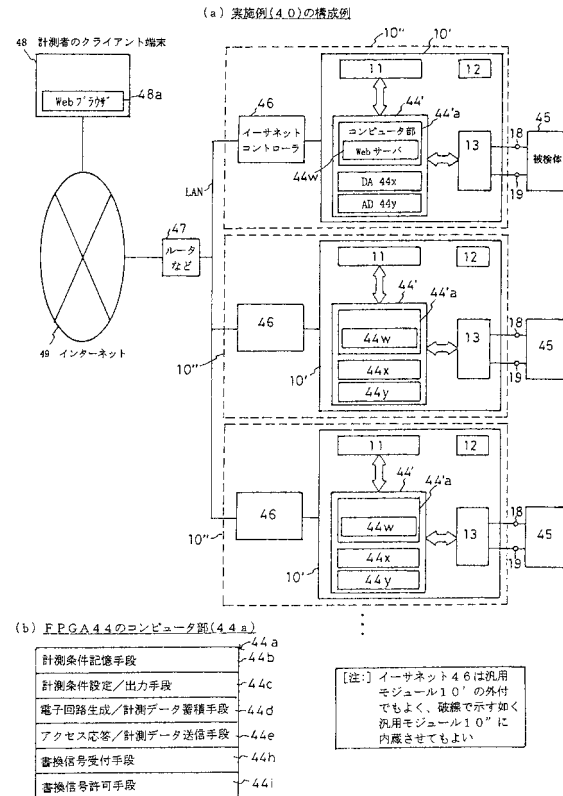
【図3】

プログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの実施例(3.0)



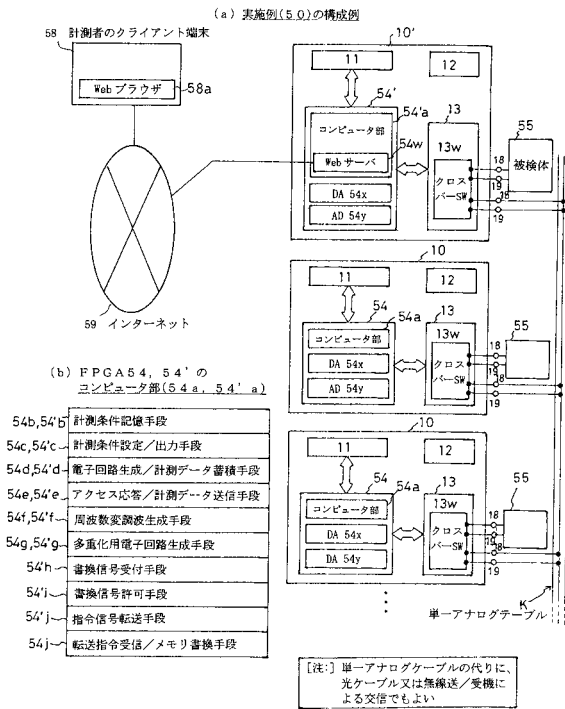
【図4】

複数のプログラマブル計測汎用モジュールを用いた計測システムの実施例(4.0)



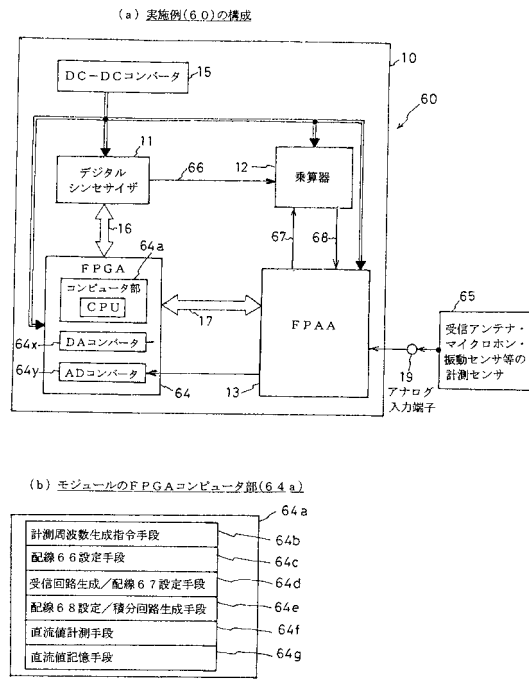
【図5】

複数のプログラマブル計測用モジュールを用いた計測システムの実施例(5.0)



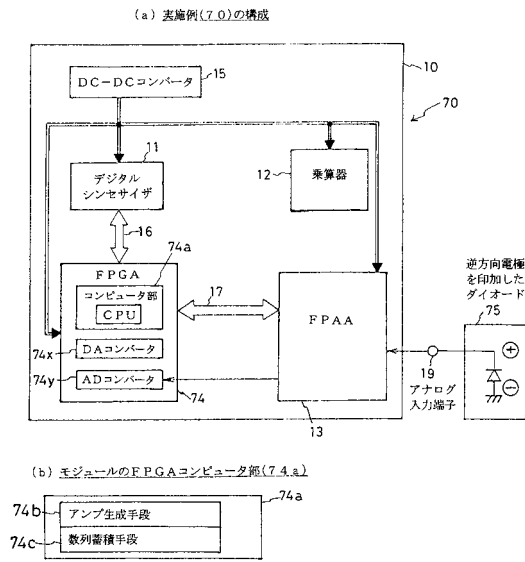
【図6】

プログラマブル計測用モジュールを用いた計測システムの実施例(6.0)



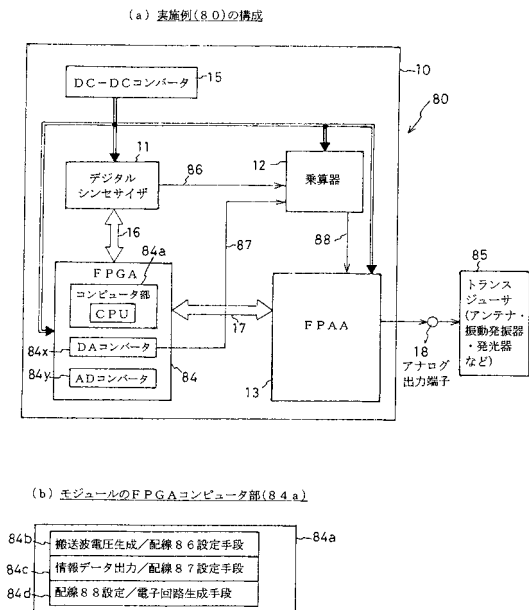
【図7】

プログラマブル計測用モジュールを用いた計測システムの実施例(7.0)



【図8】

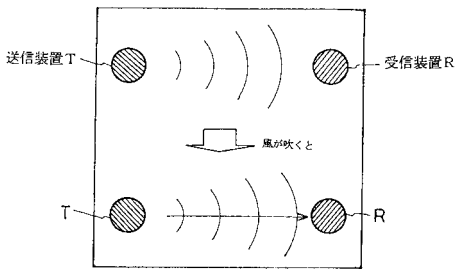
プログラマブル計測用モジュールを用いた計測システムの実施例(8.0)



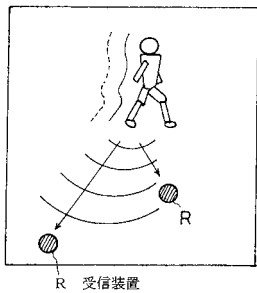


【 図 9 】

(a) 複数の送信及び受信装置を用いた風速の計測システム 9.0 の説明図  
(送信は音波発振器、受信はマイクロホン)



(b) 複数の受信装置を用いた人、動物の移動計測システム 1.0.0 の説明図  
(受信は振動センサの場合)

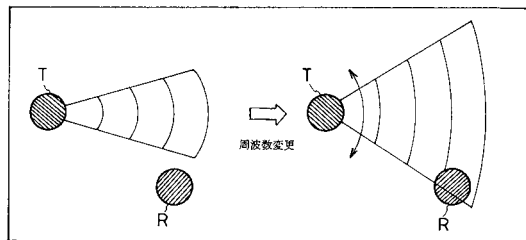


注：尚、送信装置 T の超音波などの発振波を使用する計測システム 1.1.0 であってもよい

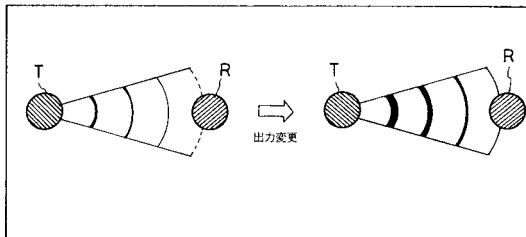
【 図 10 】

特定地点で音圧レベルを増大又は減少させる計測システム 1.2.0 の原理説明

(a) 動作周波数を変化した場合、周波数指向性が変わる説明図

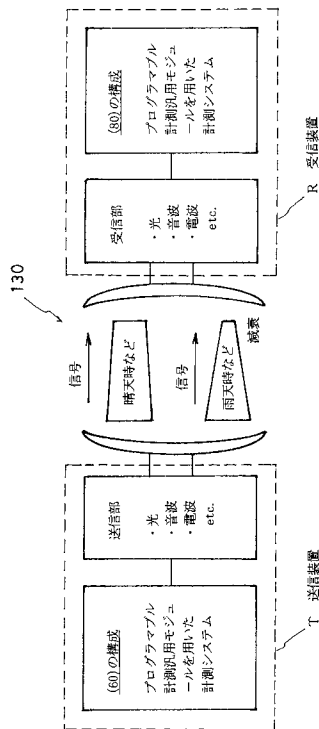


(b) 放射電力を変化した場合、到達距離が変わる説明図



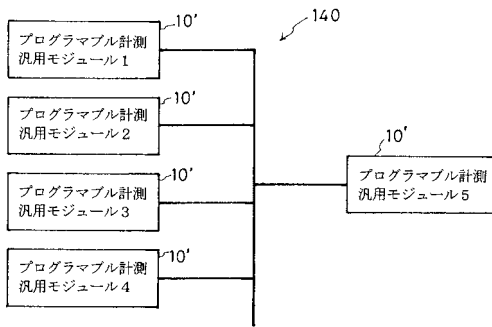
【 図 11 】

光、音波、電磁波等の送信部及び受信部を有する計測システム 1.3.0 の説明図



【 図 12 】

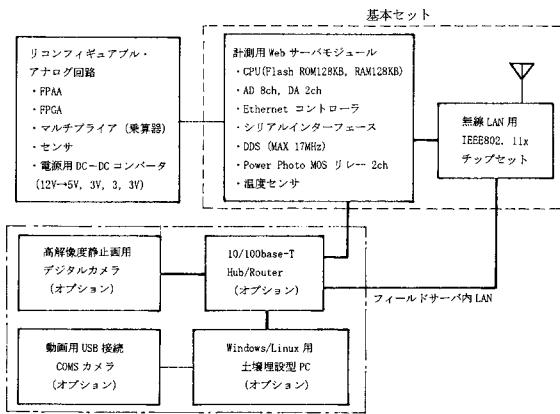
本発明の計測システム 1.4.0 の構成図



(太線はネットワークの通信回線)

【図 13】

本発明の各計測システムの組合せ構成図



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2G028 AA02 BB05 GL07  
2G060 AA01 AA14 AA15 AB02 AC01 AE16 AF08 AF10 AG11 BA09  
FA01 HA01 HA02 HC08 HC13 HC19 HC21 HC22 HE01 KA04  
KA06