(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2017-502273
(P2017-502273A)
(43)公表日　平成29年1月19日(2017.1.19)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G21C 17/00	(2006.01)	G21C	17/00	L	2F073
G08C 19/22	(2006.01)	G08C	19/22		2G075
G08C 15/00	(2006.01)	G08C	15/00	H	
H03K 7/08	(2006.01)	H03K	7/08	C	

審査請求 未請求　予備審査請求 有　（全 17 頁）

(21)出願番号　特願2016-538522 (P2016-538522)
(86)(22)出願日　平成26年12月9日 (2014.12.9)
(85)翻訳文提出日　平成28年8月2日 (2016.8.2)
(86)国際出願番号　PCT/EP2014/077007
(87)国際公開番号　WO2015/086577
(87)国際公開日　平成27年6月18日 (2015.6.18)
(31)優先権主張番号　102013113828.4
(32)優先日　平成25年12月11日 (2013.12.11)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(71)出願人　501315289
アレヴァ　ゲゼルシャフト　ミット　ベシュレンクテル　ハフツング
Ａｒｅｖａ　ＧｍｂＨ
ドイツ連邦共和国　９１０５２　エアランゲン　パウル－ゴッセン－シュトラーセ　１００
(74)代理人　100075166
弁理士　山口　巖
(74)代理人　100133167
弁理士　山本　浩
(72)発明者　ランググート、セバスティアン
ドイツ連邦共和国　９１３０１　フォルヒハイム、ホルンシューフアレー　７

最終頁に続く

(54)【発明の名称】原子力発電所用伝送システムおよびこれに関する方法

(57)【要約】
放射線被曝領域を有する技術設備、特に、コンテインメント（６）を有する原子力発電所（２）のための信号伝送システムであって、・前記放射線被曝領域の内部に、付設されたセンサー（８）から供給されるアナログ測定値（Ｋ）をＰＷＭ信号（Ｄ）に変換するための変調器（２６）が配置されており、・前記放射線被曝領域の外部に、前記ＰＷＭ信号（Ｄ）から前記測定値（Ｋ）を復元するための復調器（３８）が配置されており、・前記変調器（２６）は、放射線に対して強化された回路技術、好適にはアナログ回路技術で実現されており、且つ、前記変調器（２６）は適合可能な測定値正規化デバイス（１８）、鋸歯状波発生器（１４）およびコンパレータ（１６）を含み、・前記復調器（３８）は、前記コンパレータ（１６）の出力からガルバニック絶縁された１本の信号伝送ケーブル（３４）を介して前記変調器（２６）と接続されている、信号伝送システム。
【選択図】図１

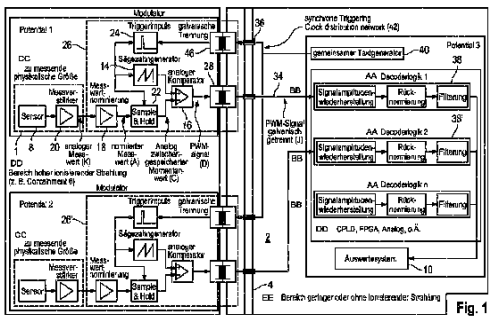


Fig. 1

24 Trigger pulse
46 DC isolation
14 Sawtooth generator
16 Analogue comparator
18 Measured value normalization
26 Measuring amplifier
CC Physical variable to be measured
(K) Analogue measured value
(A) Normalized measured value
(D) Instantaneous value buffered in analogue form
(D) PWM signal
DD Region of high ionizing radiation (e.g. containment 6)
(J) PWM signal DC-isolated
(42) Synchronous triggering
40 Common clock generator
AA Decoder logic
BB Signal amplitude recovery
Reverse normalization
Filtering
DD CPLD, FPGA, analogue, or the like
10 Evaluation system
EE Region of low or no ionizing radiation

【特許請求の範囲】
【請求項１】
放射線被曝領域を有する技術設備、特に、コンテインメント（６）を有する原子力発電所（２）のための信号伝送システムであって、
・前記放射線被曝領域の内部に、付設されたセンサー（８）から供給されるアナログ測定値（Ｋ）をＰＷＭ信号（Ｄ）に変換するための変調器（２６）が配置されており、
・前記放射線被曝領域の外部に、前記ＰＷＭ信号（Ｄ）から前記測定値（Ｋ）を復元するための復調器（３８）が配置されており、
・前記変調器（２６）は、放射線に対して強化された回路技術、好適にはアナログ回路技術で実現されており、且つ、前記変調器（２６）は適合可能な測定値正規化デバイス（１８）、鋸歯状波発生器（１４）およびコンパレータ（１６）を含み、
・前記復調器（３８）は、前記コンパレータ（１６）の出力からガルバニック絶縁された１本の信号伝送ケーブル（３４）を介して前記変調器（２６）と接続されている、信号伝送システム。
【請求項２】
前記信号伝送ケーブル（３４）に、周期に対応したパルス期間の精密な時間測定に基づく、特にカウンター法による、アナログ／デジタル変換器が、アナログで時間コーディングされたＰＷＭ信号をデジタル値に変換するために、前置接続されている、請求項１に記載の伝送システム。
【請求項３】
前記のように構成された、協働する多数の変調器（２６、２６´）と復調器（３８、３８´）とを有し、前記複数の変調器（２６、２６´）を同時にトリガーするための１つの共通のクロック発生器（４０）が設けられている、請求項１または２に記載の伝送システム。
【請求項４】
より多くのガルバニック絶縁されたＰＷＭ信号（Ｊ）を１本の共通の信号伝送ケーブル（４９）を介して伝送するために、１つの多重化デバイス（４７）が設けられている、請求項３に記載の伝送システム。
【請求項５】
光信号伝送を備え、当該信号伝送ケーブル（３４）が、好適には石英ガラス製ファイバーを有する、光ファイバーケーブルとして形成されている、請求項１から４のいずれか１項に記載の伝送システム。
【請求項６】
複数のレーザーダイオードを有する１つのメディアコンバータを備えた、請求項５に記載の伝送システム。
【請求項７】
技術設備における放射線被曝領域、特に、原子力発電所（２）のコンテインメント（６）から外部の分析システム（１０）へ測定値（Ｋ）を伝送する方法であって、
・前記放射線被曝領域の内部でセンサー（８）により検出された物理量が、アナログの電気測定値（Ｋ）に変換され、アナログ回路技術を有する変調器（２６）において鋸歯状波振動（Ｂ）と比較されてＰＷＭ信号（Ｄ）に変換され、
・前記ＰＷＭ信号（Ｄ）が、前記変調器（２６）の入力からガルバニック絶縁された後に、１本の信号伝送ケーブル（３４）を介して、前記放射線被曝領域の外部に配置された復調器（３８）に伝送され、
・前記復調器（３８）において、受信したＰＷＭ信号（Ｊ）から前記測定値（Ｋ）が復元され、前記分析システム（１０）に供給される、方法。
【請求項８】
多数のＰＷＭ信号（Ｊ）が１つの多重化プロセスで多重化され、特に時分割多重化され、１本の共通の信号伝送ケーブル（４９）を介して伝送される、請求項７に記載の方法。
【発明の詳細な説明】

【技術分野】
【０００１】
本発明の対象は、原子力技術設備、特に原子力発電所のための狭義の伝送システムであり、この伝送システムでは、比較的高い放射線被曝による不利な条件を受ける可能性のある、コンテインメントとも呼ばれる、格納容器の内部で、少なくとも１つのセンサーにより１つの測定値が取得され、このコンテインメントから引き出されている１本のデータ伝送ケーブルを介して、若干離れてコンテインメントの外部に配置されている分析装置に伝送される。広義には、この接続は、特に高いイオン化放射線に曝される可能性のある第１の設備領域から、空間的に分離されたより低い放射線被曝を受ける設備領域への、広帯域を有する高信頼性の信号伝送が必要な、他の産業セクター（および研究機関）ならびにその他の諸分野においても使用することができる。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００２】
本発明の課題は、上述の条件下において、できるだけ簡単な手段を用いて、複数の測定信号の、ノイズに強く、かつ、広帯域の伝送を、より長距離にわたって可能にすることにある。さらに、これに対応する方法を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００３】
装置に関する課題は本発明により、請求項１の特徴によって解決される。方法に関する課題は請求項５の特徴によって解決される。
【０００４】
簡単に言えば、パルス幅変調の原理に基づく絶縁増幅器に、センサーからの入力信号を、データ伝送ケーブルを介して伝送される出力信号からガルバニック絶縁（galvanishe Trennung）する機能が備えられている。そのために必要な変調器はコンテインメントの内部で、データ伝送ケーブルで形成された伝送ラインの入口側に配置され、復調器はコンテインメントの外部で、伝送ラインの出口側に配置されている。しかし、この復調器はコンテインメントの内部、例えば放射線が遮蔽された環状室内に配置することもできる。その目的は特に、イオン化放射線の高い領域からイオン化放射線のより低い、または、ない領域へ、信号をノイズに干渉されることなく伝送することにある。高分解能の直接アナログ／デジタル変換のための広帯域アナログ信号が高い分離度でガルバニック絶縁され、この伝送が故障状態で放射能汚染された設備領域から安全な設備領域へ行われる。
【０００５】
換言すれば、一定勾配で上昇する基準電圧と条件により変化する測定値とのアナログ比較により、測定量が、２つのバイナリー状態を有する信号に変換される。測定量の大きさすなわち振幅は、このようにして生じたバイナリー信号の時間的応答の後に復元される。実施されたガルバニック絶縁により、長距離伝送可能な信号が、高い時間分解能を有するシリアル状態で供給される。
【０００６】
原子力技術分野での好適な使用において、適切な伝送プロトコル（例えば、時分割多重化法のような多重化法、または、振幅・周波数変調のような変調法）により、信号ケーブルおよびコンテインメント貫通部を少なくすることができる。
【０００７】
本発明によって得られる利点は以下のような特徴を有する。
【０００８】
１．放射線に強い実施形態
【０００９】
市販されている多くのメーカーの絶縁増幅器とは異なり、本発明による伝送システムにおいて使用されているデジタル絶縁増幅器はイオン化放射線に対して信頼性を高めるように最適化されている。

【００１０】
放射線に対する強化は下記の３つの基本コンセプトに基づき、これらは好適には重ね合わせて使用される。
【００１１】
・放射線に曝された電子回路の動作点が、放射線被曝下での寿命が長くなるように、最適化ないし適合化される。そのために特に、実証済みのコンセプトおよび信頼性分析または信頼性技術に基づく規格に準拠することができる。この種の影響を及ぼすことができる具体的な部品パラメータは、例えば、回路の作動温度、電源電圧、入力電圧、出力電圧、出力電流および機械応力プロファイルである。この対放射線強化は英語では「ｈａｒｄｎｉｎｇ ｂｙ ｃｉｒｃｕｉｔ ｄｅｓｉｇｎ」とも呼ばれる。
【００１２】
・放射線により引き起こされた、または、必要となった、トランジスタレベルでの動作点の移動による有害な影響は、運転状態の適切な（遠隔）制御により最小にすることができる。この場合、システムレベルでの物理的効果に基づく補償作用が活性化される。これに関する具体的な対策には、例えば、電圧源のオン・オフ、運転電圧の上昇もしくは降下、運転電圧の逆転／極性反転、および／または、運転温度の上昇もしくは降下が含まれる。この対放射線強化は英語では「ｈａｒｄｎｉｎｇ ｂｙ ｓｙｓｔｅｍ ｄｅｓｉｇｎ」とも呼ばれる。
【００１３】
・対放射線強化は適切な製造技術の選択によっても行うことができる。比較的広いバンドギャップを有する半導体、例えば、ＳｉＧｅ、ＧａＡｓ、ＩｎＰｈ、ＳｉＣは活性化エネルギーが高いので放射線に対して本質的に強い。同様のことが６０～１５０ｎｍの構造寸法を有する半導体製造プロセスについて当てはまる。この対放射線強化は英語では「ｈａｒｄｎｉｎｇ ｂｙ ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ」とも呼ばれる。
【００１４】
２．切替可能な測定入力
切替可能な入力信号が限られた数しかない公知の絶縁増幅器とは異なり、システムボードに差し込み可能な１つの正規化増幅器により、非常に多くのアナログインターフェースが可能である。これによって、一般的なシングルエンドの電圧入力および電流入力の他に、電荷、抵抗、周波数などに対するシングルエンド入力も差動入力も実現することが可能である。同様に、一般的なインターフェース値以外の複数の入力範囲を使用することができる。
【００１５】
３．変調器と復調器の空間的な分離
市販されている絶縁増幅器は大概はスペースを節約すべく最適化されている。ガルバニック絶縁される伝送ライン用の変調器と復調器は１つのケーシング内に設置されている。本発明によるシステムでは、変調器側と復調器側を空間的に分離することによって、強い電磁ノイズのある環境におけるアナログ信号を複数のアナログ部品を用いて変換し、これをノイズに最も強い形、すなわち、デジタル振幅およびアナログ時間コーディング（パルス幅変調、ＰＷＭと略記）で、例えば、数百メートルにおよぶ長距離にわたって伝送することができる。
【００１６】
４．直接Ａ／Ｄ変換が可能
変調器の振幅出力がデジタルであるので（すなわち、振幅の論理状態は２つしかない）、鋸歯状波振動の周期に対応してＰＷＭ信号のパルス期間の精密な時間計測（例えば、カウンター法）を行うことにより、正規化された測定値（Ｋ）の振幅値を直接にデジタル形状に移行することが可能である。通常の絶縁増幅器では、アナログの出力信号をあらためてアナログ／デジタル変換器（ＡＤＣ）によりデジタル化する必要がある。上記の直接Ａ／Ｄ変換によりイオン化放射線の作用に対して最適化された変換器が成立する。
【００１７】

５．多数の絶縁増幅器の同期したサンプリング
多数の変調器段の同期したトリガーにより、時間ベースに影響を及ぼす部品許容誤差を無視することができる。複数のデジタルデータへの直接変換により（上記第４項を参照）、三角測量を用いてポジショニング機能を実現することができる。通常のアナログ／デジタル変換器では、同期したサンプリングは、通常はバイパス経由でのみ可能である。
【００１８】
６．信号の多重化が可能
変調器と復調器との間の長距離にわたるデジタル化された振幅の伝送により、簡単な回路技術を用いて、多数のチャネルを単一の接続ケーブルを介して伝送することが可能である（例えば、振幅変調、周波数変調、時分割多重化法により）。このことは基本的にはアナログ信号でも可能であるが、その場合には性能と帯域幅のより大きな低下が生じる。このために必要なアナログ回路技術は、より複雑でより高コストであるだけでなく、より故障しやすい。既設の複数のケーブル（例えば、既存のパワーケーブル、ＡＣまたはＤＣ）への変調が、本発明によるデジタル絶縁増幅器のデジタル振幅信号を用いれば、非常に容易に、且つ、アナログ信号を用いるよりもより広い帯域で可能である。
【００１９】
以下に本発明の実施例を図に基づき詳細に説明する。ここでは非常に単純化され、模式化された形で示されている。
【図面の簡単な説明】
【００２０】
【図１】原子力発電所用の伝送システムであり、デジタル式絶縁増幅器を用いて、ノイズに強く、且つ、広帯域の測定信号伝送が長距離にわたって行われる。
【図２】図１の絶縁増幅器に現れる、ないし、そこで処理される様々な信号レベルの時間応答ダイアグラム。
【図３】図１の伝送システムの代案。　同一のコンポーネントもしくは同様の作用をするコンポーネントまたは信号にはすべての図において同一符号が付されている。
【発明を実施するための形態】
【００２１】
図１は原子力発電所２の一断面を示し、鋼および／またはコンクリート製のコンテインメント殻４が１つの空間領域を取り囲んでおり、故障時にはこの空間領域の内部でイオン化放射線の強い放出が起きる。コンテインメント６の内部の重要な運転パラメータおよび状態パラメータを監視するために、その内部に故障時に耐える少なくとも１つのセンサー８が設置されており、このセンサーが、中間に接続された１つの伝送システムを介して複数の測定データを外部の分析システム１０に伝達する。
【００２２】
このセンサー８は物理量（例えば、圧力、温度、放射線、など）を検出し、この物理量が電気信号としてアナログ測定値Ｋの形で準備される。
【００２３】
すなわち、このセンサーによる検出と伝送される測定値の準備は、コンテインメント６の内部で、ここでは四角な枠で示された測定値取得・送信モジュールで行われ、このモジュールは電位１に在る。
【００２４】
鋸歯状波発生器１４において、定電流源により充電されるコンデンサによって時間的に直線的に上昇する電圧が発生され、この電圧は１周期Ｔ後に急激に０Ｖに戻される。時間の関数としてのこの鋸歯状波振動Ｂの応答が、後述する他の信号レベルとともに図２にダイアグラム的に示されている。
【００２５】
周期的に変化し部分的に上昇するこの鋸歯状波電圧が、測定瞬時量とコンパレータ１６によりアナログで高精度に比較される。ここで、この測定瞬時量は事前に電圧信号に変換されており、発生された鋸歯状波電圧の時間Ｔに到達した後の最大最終値を基にして正規

化されたものである。
【００２６】
アナログ測定値Ｋの上記正規化は正規化増幅器１８により行なわれ、この正規化増幅器はセンサー８に必要な測定値増幅器２０（電圧、電流、電荷、周波数、抵抗値；シングルエンド入力または差動入力）の出力量からコンパレータ１６に必要な電気量への変換も行う。
【００２７】
測定値の正規化に必要な回路は好適には、寸法とコネクター配置が明確に決められた、交換可能で、且つ、ロック可能な、特に差し込み可能な実装プリント基板として設けられ、これによって、複数の入力信号に対する大きな柔軟性を持たせることができる。
【００２８】
サンプル＆ホールド回路２２により、測定サイクルの初期に現れる正規化されたアナログ測定値Ａは測定期間Ｔの間、アナログで中間メモリーされ（メモリーされた瞬時値Ｃ）、これによって、速く変化する信号によるエラーを最小にすることができる。このサンプル＆ホールド回路２２はパルス発生器２４によりトリガーされ、このパルス発生器は鋸歯状波発生器１４をもトリガーする。このパルス発生器２４自身は外部のクロック発生器４０によりトリガー／同期される（以下を参照されたい）。
【００２９】
発生された鋸歯状波振動Ｂのレベルが時間ｔ１後に（比較時点Ｅ）、供給され、正規化され、中間メモリーされた比較電圧Ｃに達するか、あるいは、これを（少しでも）超えるとすぐに、コンパレータ１６の出力はその出力レベルを或る論理レベルから逆の論理レベルへ変更する。
【００３０】
このようにしてバイナリーな出力信号Ｄが発生され、これがパルス幅変調された信号（ＰＷＭ信号）となる。この変調にかかわるコンポーネントである、サンプル＆ホールド回路２２、鋸歯状波発生器１４および付随するパルス発生器２４ならびにアナログコンパレータ１６は全体として変調器２６とも呼ばれ、伝送回路の送信モジュールの一部をなしている。
【００３１】
コンパレータ出力における、振幅がバイナリーである出力信号Ｄは適切な結合（例えば、光による信号伝送、コンデンサによる信号伝送またはトランスによる信号伝送）によるガルバニック絶縁器２８によって測定量の電位から高度に分離される。このガルバニック絶縁器２８は、信号絶縁の具体的な形態および電源電圧の確実な絶縁に応じて、好適には数ｋＶまで耐久性があるように構成されている。
【００３２】
ガルバニック絶縁されたこのＰＷＭ信号Ｊは適切な形で、－すなわち、例えば、差動電圧信号として、カレントループを介し、周波数変調され（ＦＭ）、振幅変調され（ＡＭ）、位相変調（ＰＳＫ）を経由して－、ノイズに強い形で数百メートルに及ぶ比較的長い伝送ラインを介して、デコーダーロジック回路に伝送される。このデコーダーロジック回路はコンテインメント６の外側のイオン化放射線の低い領域における、電位３を有する受信・分析モジュールに配置されている。この信号伝送ケーブル３４はこのために適切な方法でコンテインメント殻４の１つの貫通孔３６を通って延びている。ＳＮ比を最大にし、且つ、電磁干渉を最小にするためには、複数の差動信号をペアにした形状の伝送が有利である。
【００３３】
できるだけ損失と偽信号のない伝送を行うためには、変調器側の送信増幅器の出力インピーダンスが、使用された信号伝送ケーブル３４の特性インピーダンスおよびデコーダーロジック回路の入力インピーダンスとマッチングすることが必要である。
【００３４】
既述したように、ＰＷＭ信号Ｄはガルバニック絶縁が行われた後、電圧信号として、電

流信号として、または、光信号として伝送することができる。前記の電圧信号および電流信号の場合には、それぞれの信号伝送ケーブル３４は例えば銅ケーブルを用いて実現することできる。

【００３５】

これとは異なり、光信号は好適にはポリマーファイバーケーブルまたはグラスファイバーケーブルを用いて伝送され、この場合、石英ガラス製のファイバーは一般的に対放射線強度がより大きいので、ここで示された用途には好適である。信号伝送のタイプに応じて、場合によっては、それぞれの変調器２６を手直しする、または、メディアコンバータのために必要な機能を回路的に補足する、必要がある。メディアコンバータはネットワーク分野で使用される機器であり、異なるメディア（例えば、銅ケーブル、光ファイバーケーブル）のネットワークセグメントを互いに接続し、それによって伝送データを１つのメディアから他のメディアに物理的に切り替える。多重化デバイス４７（以下を参照されたい）を使用する場合には、このメディアコンバータは多重化デバイス自身に組み込むこともできる。

【００３６】

好適な形態では光信号伝送が行われるが、この場合、それに必要なメディアコンバータは好適には複数のレーザーダイオードを用いて送信側に設置される。これらのレーザーダイオードは運転実績があるとみなすことができ、比較的大きい対放射線強度を有する。近年、高い放射線被曝（ガンマ線および中性子線）環境での使用に適した適切な光ファイバー伝送ケーブルも出現している。パルス化された伝送を行えば、高い放射線強度に起因する、光ゲインないし光パワーの減衰を伴う、レーザーダイオードの大きな損傷度合いをも克服することができるので、この信号伝送システムの有効利用可能な寿命は他の技術よりも著しく長い。光信号伝送の他のメリットは、ガルバニック絶縁の度合いが高く、且つ、電磁ノイズ（英語；electromagnetic interference、ＥＭＩ）の影響を受けないことにある。光信号ケーブルは発電所内部の複数の異なる接地点の電位の変化も妨げる。

【００３７】

デコーダーロジック回路の内部では、時間応答の間にコード化され規格化された振幅値が復元され、ならびに、その後の分析のために、元の物理的な測定値に比例した出力値への逆正規化が行われ、場合によってはフィルタリングされる。このための複数のコンポーネントはまとめて復調器３８とも呼ばれる。

【００３８】

このデコーディングはアナログで行うことができ、この復元されたアナログ測定値を分析システム１０に入力することができる。

【００３９】

この復元の他の可能性は、デジタルモジュール（例えば、ＣＰＬＤ；ＦＰＧＡ；ＤＳＰ；ＡＳＩＣ；デジタル測定カード；など）により、ＰＷＭ信号Ｊのパルス幅の直接的、且つ、高分解能な時間測定を行うことにある。これは、鋸歯状波振動Ｂの一定周期Ｔとの直接的な関連のもとに、正規化された測定値Ａに対する比例性を有し、同様に逆正規化し、フィルタリングすることができる。

【００４０】

このデジタル値形成がコンテインメント６の内部で、好適にはイオン化放射線が比較的少ない領域で行われると、デジタルバスと多重化法とを用いて、多くの信号を少数の貫通部を通って外部の分析システムに伝送することができる。

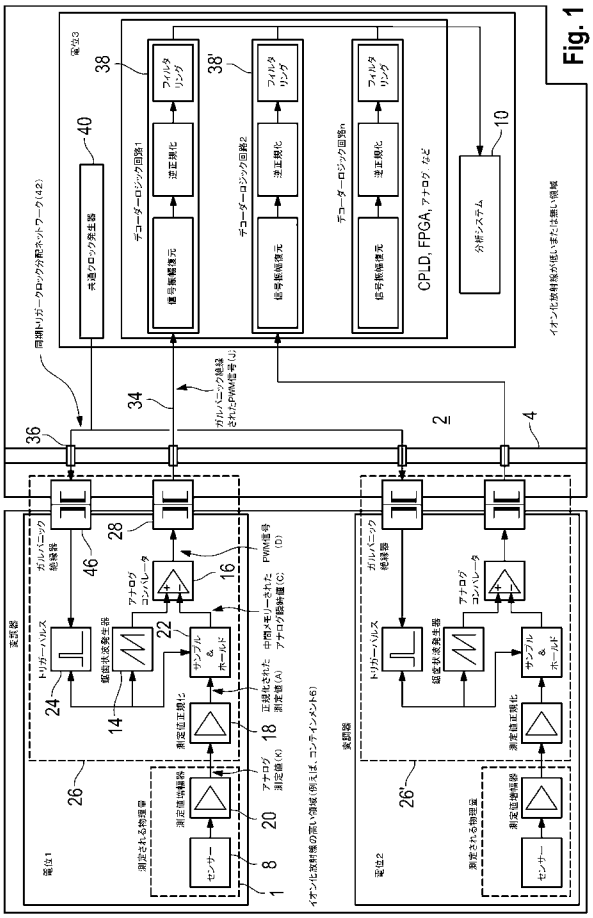
【００４１】

正弦波信号を損失なしに復元するために必要なサンプリング周波数は、ナイキスト‐シャノンの標本化定理によれば、測定信号に含まれる最大周波数の２倍以上である。サンプリング周波数をさらに高めることにより（オーバーサンプリング、英語；oversampling）、後で行われるアナログまたはデジタルのフィルタリングにおいて、出現している目標サンプリング周波数以上のノイズ信号を最小化する（アナログ）、あるいは、除去する（デジタル）ことができる。したがって、鋸歯状波振動Ｂの周波数（周期Ｔの逆数）は正規化

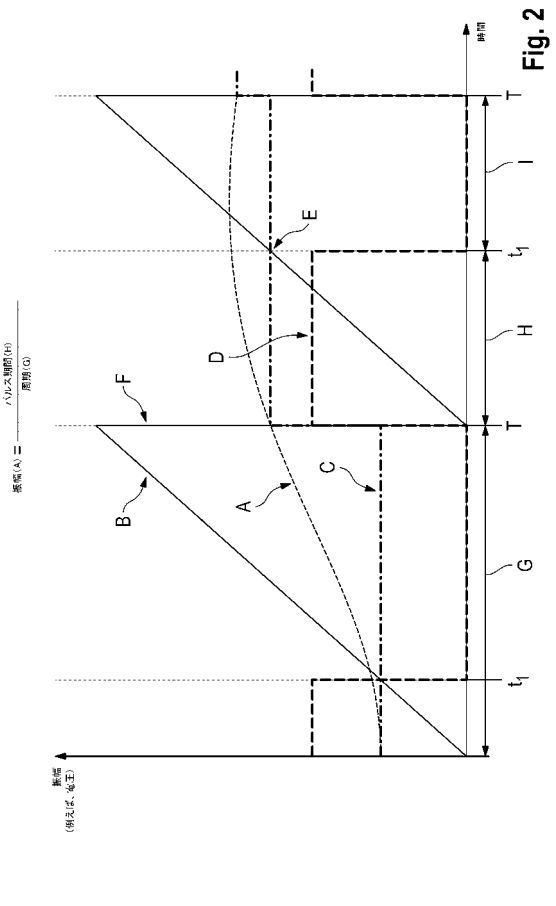
増幅器のアナログ基本周波数の４倍（好適には２のべき乗）以上とすべきである。
【００４２】
三角測量原理によるポジショニング機能に必要な、様々な測定箇所の多数の異なる測定値の時間的に同期した変換は、１つの共通のクロック発生器４０から絶縁して供給される１つの同期トリガーパルスにより、（ドライバー段およびパルス変形に応じた）任意の数の変換回路において鋸歯状波振動の開始時に実現することができる。この場合、この共通クロック信号の個々のモジュールへの分配は好適にはツリー構造（クロック・ツリー）に構成された、いわゆる、クロック分配ネットワークを介して行われる。
【００４３】
図１には、機能的に同様に構成された２つの測定値取得・送信モジュールのケースが例示されており、そのうちの１つはそれにより測定される物理量に関して第１の電位にあり、他方は一般的にはこれとは異なる第２の電位にある。両モジュールはそれぞれ、それに付設され、測定入力および電源電圧からガルバニック絶縁された独自の１本の伝送ライン（伝送ケーブル３４）を介して、ＰＷＭコード化された測定信号をそれに割り当てられた独自のデコーダーロジック回路に伝送し、このデコーダーロジック回路ではそれぞれ信号振幅の復元、さらに、逆正規化およびフィルタリングが行われる。これら複数のデコーディング回路の出力側は１つの共通の分析システム１０の入力側と接続されている。複数の測定信号ｎ＝３、４・・・への一般化も勿論可能である。同様のサブシステムおよびそれらのコンポーネントにはここでは符号へダッシュ記号を付けて、例えば、８、８’、８’’として、互いに区別している。
【００４４】
複数の別々の伝送ラインの替わりに、上述したように、伝送ラインの入口側に中間接続された１つの多重化デバイス４７、および、場合によっては、出口側の１つの逆多重化デバイス４８（これは代案として分析システム１０に組込むこともできる）を介して、シリアルインターフェースの原理に基づき単一の伝送ケーブル４９を多重に利用することができる。このように変形したシステムが図３に模式的に示されている。
【００４５】
コンテインメント６の外部に配置された１つの共通のクロック発生器４０が、ツリー状に個別のラインに分岐しているクロックケーブル４２を介して（場合によっては、位相変動すなわちジッター（Jitter）の少ない適切な電子的信号分配器を介して、カスケード接続も可能）、個々の測定値取得・送信モジュールのパルス発生器２４の同時コントロールを行う。この１つ又は複数のクロックケーブル４２の前記モジュールへの接続は、測定信号の絶縁と同様に、光による、コンデンサによる、又は、（誘導性の）トランスによる信号伝送器（ガルバニック絶縁器４６、図１参照）によって、ガルバニック絶縁して行われる。
【００４６】
イオン化放射線を有する環境に関する半導体部品への特別な要求に応えるには、このような条件下での信頼性のある運転に適している、例えば、ガリウム砒素（ＧａＡｓ）、窒化ガリウム（ＧａＮ）、炭化ケイ素（ＳｉＣ）をベースにした製造技術を必ず選択しなければならない。このことは、特に、コンテインメント６の内部で、通常運転時でも、故障時でも、イオン化放射線の高い被曝に曝されている領域に設置されている全てのコンポーネントに当てはまる。
【符号の説明】
【００４７】
２　原子力発電所
４　コンテインメント殻
６　コンテインメント（格納容器）
８　センサー
１０　分析システム
１４　鋸歯状波発生器

１６　コンパレータ
１８　正規化増幅器
２０　測定信号増幅器
２４　パルス発生器
２６　変調器
２８　ガルバニック絶縁器
３４　信号伝送ケーブル
３６　貫通部
４０　共通クロック発生器
４２　クロックケーブル
４６　ガルバニック絶縁器
４７　多重化デバイス（マルチプレクサー）
４８　逆多重化デバイス（デマルチプレクサー）
４９　共通の信号伝送ケーブル
Ａ　アナログ測定値（正規化されている）
Ｂ　鋸歯状波振動
Ｃ　アナログでメモリーされたＡの瞬時値
Ｄ　デジタルのＰＷＭ出力信号
Ｅ　比較時点
Ｆ　鋸歯状波振動の戻り
Ｇ　鋸歯状波振動の周期
Ｈ　ＰＷＭ信号のパルス期間
Ｉ　ＰＷＭ信号の休止期間
Ｊ　ガルバニック絶縁されたＰＷＭ信号
Ｋ　アナログ測定値（正規化されていない）

【図１】



【図２】



【図３】

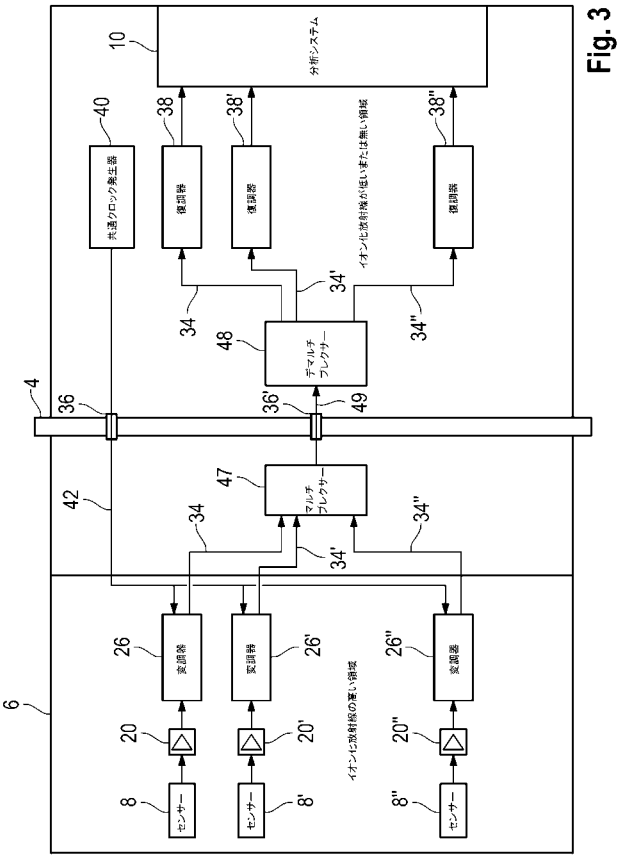

10
分析システム
40
共通クロック発生器
38
38'
38"
復調器
復調器
復調器
イオン化放射線が低いまたは無い領域
34
34'
34"
48
デマルチプレクサー
49
4
36
36'
47
マルチプレクサー
42
26
26'
26"
変調器
変調器
変調器
20
20'
20"
8
8'
8"
センサー
センサー
センサー
イオン化放射線の高い領域
6

Fig. 3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/077007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04Q9/00 G08C15/00 G08C15/06 G01D21/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04Q G08C G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 97/08915 A1 (LUCAS IND PLC [GB]; VINCENT KENNETH [GB]; WILSON JAMES HENTON [GB]) 6 March 1997 (1997-03-06) page 1, lines 1-17 page 2, lines 12-23 page 3, lines 21-26 page 4, lines 13-17 page 6, line 7 - page 7, line 26 page 8, lines 1-16 page 10, lines 13-26 claims 1, 3	1-8
Y	DE 10 2007 027050 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 18 December 2008 (2008-12-18) paragraph [0004] - paragraph [0005]	1-8

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
5 March 2015	12/03/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Barbelanne, Alain

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/077007

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 065 681 A1 (PARAMATA LTD [GB]) 3 June 2009 (2009-06-03) paragraph [0008] paragraph [0012] paragraph [0032] - paragraph [0033] paragraph [0036] -----	1,7

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2014/077007

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9708915 A1	06-03-1997	DE 69624576 D1	05-12-2002
		DE 69624576 T2	20-03-2003
		EP 0846404 A1	10-06-1998
		WO 9708915 A1	06-03-1997
DE 102007027050 A1	18-12-2008	NONE	
EP 2065681 A1	03-06-2009	AU 2008331309 A1	04-06-2009
		CA 2702698 A1	04-06-2009
		CN 101849161 A	29-09-2010
		EP 2065681 A1	03-06-2009
		EP 2217884 A2	18-08-2010
		JP 5145428 B2	20-02-2013
		JP 2011505621 A	24-02-2011
		KR 20100094486 A	26-08-2010
		RU 2010125036 A	10-01-2012
		US 2012007607 A1	12-01-2012
		WO 2009068886 A2	04-06-2009

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/077007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H04Q9/00 G08C15/00 G08C15/06 G01D21/02
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H04Q G08C G01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 97/08915 A1 (LUCAS IND PLC [GB]; VINCENT KENNETH [GB]; WILSON JAMES HENTON [GB]) 6. März 1997 (1997-03-06) Seite 1, Zeilen 1-17 Seite 2, Zeilen 12-23 Seite 3, Zeilen 21-26 Seite 4, Zeilen 13-17 Seite 6, Zeile 7 - Seite 7, Zeile 26 Seite 8, Zeilen 1-16 Seite 10, Zeilen 13-26 Ansprüche 1, 3 -----	1-8
Y	DE 10 2007 027050 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 18. Dezember 2008 (2008-12-18) Absatz [0004] - Absatz [0005] -----	1-8
	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
5. März 2015	12/03/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Barbelanne, Alain

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/077007

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 065 681 A1 (PARAMATA LTD [GB]) 3. Juni 2009 (2009-06-03) Absatz [0008] Absatz [0012] Absatz [0032] - Absatz [0033] Absatz [0036] -----	1,7

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/077007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9708915 A1	06-03-1997	DE 69624576 D1	05-12-2002
		DE 69624576 T2	20-03-2003
		EP 0846404 A1	10-06-1998
		WO 9708915 A1	06-03-1997
DE 102007027050 A1	18-12-2008	KEINE	
EP 2065681 A1	03-06-2009	AU 2008331309 A1	04-06-2009
		CA 2702698 A1	04-06-2009
		CN 101849161 A	29-09-2010
		EP 2065681 A1	03-06-2009
		EP 2217884 A2	18-08-2010
		JP 5145428 B2	20-02-2013
		JP 2011505621 A	24-02-2011
		KR 20100094486 A	26-08-2010
		RU 2010125036 A	10-01-2012
		US 2012007607 A1	12-01-2012
		WO 2009068886 A2	04-06-2009

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US

(72)発明者 ヤンケ、イリナ
ドイツ連邦共和国 ９１７６８ フュルト、ヴュルツブルガー シュトラーセ ４４１
(72)発明者 デナーライン、ユルゲン
ドイツ連邦共和国 ９１０５２ エアランゲン、ペーター－ツィンク－ヴェーク ４９

Ｆターム(参考) 2F073 AA02 AA03 AA13 AA19 AB02 BB04 BB06 BC01 BC04 CC02
CC10 CD14 CD24 DD06 DE06 DE17 EF07 FF08 FF12 FF16
FG03 FH01 FH07 GG01 GG07
2G075 CA49 FA05 FB02 GA21