

(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2020-525928
(P2020-525928A)

(43) 公表日 令和2年8月27日(2020.8.27)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G06K 19/07 (2006.01)		G06K	19/07 160	5K012
H02J 50/20 (2016.01)		H02J	50/20	
H02J 50/80 (2016.01)		H02J	50/80	
H04B 5/02 (2006.01)		H04B	5/02	
H04B 1/59 (2006.01)		H04B	1/59	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-571735 (P2019-571735)
 (86) (22) 出願日 平成29年6月28日 (2017.6.28)
 (85) 翻訳文提出日 令和1年12月25日 (2019.12.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2017/039769
 (87) 国際公開番号 W02019/005043
 (87) 国際公開日 平成31年1月3日 (2019.1.3)

(71) 出願人 518100030
 レンロック ホールディングズ エルエル
 シー
 Lenlok Holdings, LLC
 アメリカ合衆国 オハイオ ウィロビー
 アポロ パークウェイ 38376
 38376 Apollo Parkwa
 y, Willoughby, OH 4
 4094, United States
 of America
 (74) 代理人 100114890
 弁理士 アイゼル・フェリックス＝ライ
 ンハルト

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギーハーベスティングRFID回路、エネルギーハーベスティングRFIDタグ、および関連する方法

(57) 【要約】

ワイヤレスで測定を行うためにエネルギーハーベスティングRFID回路が提供される。RFID回路は、アンテナから入力リード線を介して質問信号を受け取ってエネルギーを収穫し、このエネルギーは電荷蓄積ユニットに蓄積され、このユニットは収穫電圧を生成する。次いで昇圧コンバータが収穫電圧を昇圧して昇圧電圧を生成し、この電圧は出力電圧としてセンサ出力リード線に供給される。昇圧コンバータをアクティベートするために昇圧器スイッチングユニットも提供される。昇圧器スイッチングユニットは、電荷蓄積ユニットにより出力された電圧が第1の閾値に到達するまで、昇圧コンバータをアクティベートしない。出力電圧に基づき1つまたは複数のセンサ入力リード線が、パイプ継手における歪みなど被測定物体の検出値を反映する測定入力を受け取る。

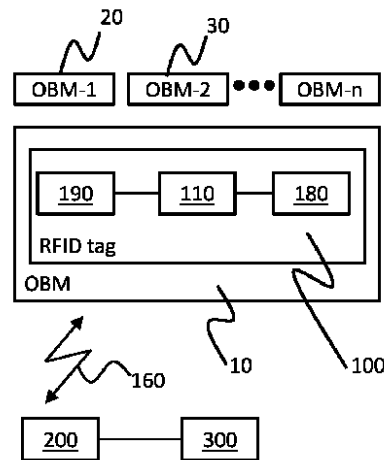


Fig. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

エネルギーハーベスティングRFID回路であって、当該回路は、
質問信号を受信するアンテナリード線と、
収穫されたエネルギーを受け取って収穫電圧を生成する電荷蓄積ユニットと、
前記収穫電圧を昇圧して、出力電圧としてセンサ出力リード線に供給される昇圧電圧を生成する昇圧コンバータと、
前記昇圧コンバータをアクティベートするための昇圧器スイッチングユニットであって、前記収穫電圧が第1の閾値に到達するまでは前記昇圧コンバータをアクティベートしない、昇圧器スイッチングユニットと、
前記出力電圧と被測定物体の検出値とに基づく測定入力を受け取る1つまたは複数のセンサ入力リード線と
を含む、
エネルギーハーベスティングRFID回路。

10

【請求項 2】

RFIDトランスポンダチップをさらに含む、
請求項1記載のエネルギーハーベスティングRFID回路。

【請求項 3】

前記RFIDトランスポンダチップは、前記質問信号内で質問要求を受け取り、前記昇圧器スイッチングユニットに供給されるアクティベート信号を生成し、
前記昇圧器スイッチングユニットは前記昇圧コンバータを、
前記昇圧器スイッチングユニットが前記アクティベート信号を受け取るまで、および前記収穫電圧が前記第1の閾値に到達するまで、
アクティベートしない、
請求項2記載のエネルギーハーベスティングRFID回路。

20

【請求項 4】

前記RFIDトランスポンダチップは前記測定入力を受け取り、該測定入力を前記アンテナリード線を介して外部に送信する、
請求項2記載のエネルギーハーベスティングRFID回路。

【請求項 5】

前記電荷蓄積ユニットにより受け取られる前記収穫電圧は、前記質問信号から収穫されたエネルギー、熱エネルギーハーベスタにより収穫されたエネルギー、または振動エネルギーハーベスタにより収穫されたエネルギーである、
請求項1記載のエネルギーハーベスティングRFID回路。

30

【請求項 6】

前記RFIDトランスポンダチップは、前記質問信号から収穫されたエネルギーから整流された電圧を生成し、前記電荷蓄積ユニットは、前記整流された電圧を前記RFIDトランスポンダチップから受け取り、前記整流された電圧を使用して前記収穫電圧を生成する、
請求項2記載のエネルギーハーベスティングRFID回路。

40

【請求項 7】

レギュレータスイッチングユニットをさらに含み、該レギュレータスイッチングユニットは、前記昇圧電圧が第2の閾値に到達したときに閉成することによって反応し、該閉成によって前記昇圧電圧がレギュレータへと送られ、該レギュレータは、前記昇圧電圧を平滑化し、調整された出力電圧を前記センサ出力リード線に生成する、
請求項1記載のエネルギーハーベスティングRFID回路。

【請求項 8】

昇圧検知器をさらに含み、該昇圧検知器は、1つまたは複数の前記センサ入力リード線を介して受け取られた前記測定入力があることを表す制御信号を生成することによって、前記レギュレータスイッチングユニットの閉成に反応する、

50

請求項 7 記載のエネルギーハーベスティング R F I D 回路。

【請求項 9】

R F I D トランスポンダチップをさらに含み、該 R F I D トランスポンダチップは、前記測定入力と、該測定入力の有効であるか否かを表す前記制御信号の現在値とを受け取り、前記測定入力を前記制御信号の現在値と共に記録する、

請求項 8 記載のエネルギーハーベスティング R F I D 回路。

【請求項 10】

請求項 1 記載のエネルギーハーベスティング R F I D 回路を含むエネルギーハーベスティング R F I D タグであって、当該タグはさらに、

前記質問信号を前記アンテナリード線に供給するアンテナと、

前記被測定物体に結合されたセンサと

を含み、

前記センサは、前記エネルギーハーベスティング R F I D 回路の出力電圧を受け取り、前記測定入力を生成する、

エネルギーハーベスティング R F I D タグ。

【請求項 11】

前記センサは歪みセンサである、

請求項 10 記載のエネルギーハーベスティング R F I D タグ。

【請求項 12】

前記被測定物体はパイプ継手である、

請求項 10 記載のエネルギーハーベスティング R F I D タグ。

【請求項 13】

物体を監視する方法であって、当該方法は、

R F I D タグのアンテナにより、R F I D リーダから質問信号を受け取るステップと、

前記質問信号により誘導された電流から生成された誘導電圧を、給電側電圧に変換するステップと、

前記給電側電圧を電荷蓄積ユニットに入力するステップと、

前記電荷蓄積ユニットからの電荷を第 1 の閾値と比較し、前記電荷蓄積ユニットからの電荷が前記第 1 の閾値を超えている場合のみ、

昇圧コンバータをアクティベートして昇圧電圧を生成し、

前記昇圧電圧および被測定物体の検出値からセンサ読み取り値を取得するために、前記昇圧電圧をセンサに供給し、

前記アンテナから前記 R F I D リーダに前記センサ読み取り値を送信する、

ステップと、

を含む、

物体を監視する方法。

【請求項 14】

前記質問信号内で受け取られた質問要求に回答して、アクティベート信号を生成するステップと、

以下の条件すなわち

前記電荷蓄積ユニットからの電荷が前記第 1 の閾値を超えていること、および

前記アクティベート信号が受け取られたこと

の両方が満たされている場合のみ、前記昇圧コンバータを選択的にアクティベートして前記昇圧電圧を生成するステップと、

をさらに含む、

請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】

前記昇圧電圧が第 2 の閾値に到達したならば、調整された出力電圧を生成するステップと、

前記調整された電圧および前記被測定物体の前記検出値から前記センサ読み取り値を取

10

20

30

40

50

得するために、前記調整された電圧を前記センサに供給するステップと、
をさらに含む、

請求項 13 記載の方法。

【請求項 16】

前記調整された出力電圧が前記センサに供給されたときに、前記センサ読み取り値が有効であることを表す制御信号を生成するステップをさらに含む、

請求項 15 記載の方法。

【請求項 17】

前記検出値は前記被測定物体における歪みである、

請求項 13 記載の方法。

10

【請求項 18】

前記被測定物体はパイプ継手である、

請求項 13 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は概して、受動型無線周波数識別 (RFID) センサタグおよび受動型 RFID センサタグにより物体を監視する方法に関する。

【0002】

発明の背景

20

無線周波数識別 (RFID) は、「リーダ」(または「インタロゲータ」と、通常は識別および追跡などの目的で、被監視物体 (OBM) (または「被追跡物体」) に取り付けられた (または別のやり方でこの物体に関連づけられた) 電子 RFID 「タグ」(または「トランスポンダ」との間でデータを交換するために、無線周波数 (RF) 波を介した通信を利用する技術である。タグは、被追跡物体に関するセンサ読み取り値などの情報を生成するセンサとのインタフェースを成すことができる。RFID タグおよびそのセンサのいずれかまたは両方を、被追跡物体内に少なくとも部分的に埋め込むことができる。

【0003】

RFID タグは一般に少なくとも 2 つの部分を含み、つまり、情報の記憶および処理、無線周波数 (RF) 信号の変調および復調、ならびに他の特化された機能のための集積回路 (IC) と、受信および送信ならびに外部のリーダ (またはインタロゲータ) などからの信号の受信のためのアンテナ (ANT) とを含む。一般にタグの少なくとも IC 部分を、ある種のハウジング内に封入することができる。

30

【0004】

2 種類の主要な RFID タグがあり、すなわち受動型と能動型とがある。能動型 RFID は、「バッテリー支援型」とも呼ばれる。

【0005】

受動型 RFID タグは電源を有しておらず (バッテリーなし)、タグエレクトロニクスの給電および信号送信の開始のために、(リーダなど) 外部のソースからの電磁界を必要とする。受動型タグの文脈において、「送信」とは、単にアンテナを短絡するまたは短絡しないなどのように、アンテナのインピーダンスまたは共振を変調し、その結果として「後方散乱」を生じさせる、ということの意味することができる。アンテナのこのような変調を、外部のリーダによって検出することができる。アンテナを、低周波 (LF) 磁界結合方式または高周波 (HF) 磁界結合方式におけるコイル、あるいは電界結合方式における極超短波 (UHF) ダイポール、とすることができる。受動型 RFID タグは、外部のリーダによってタグに電力が供給されているときに、センサ回路を給電することもできる。LF レンジまたは HF レンジにおける受動型 RFID タグは、パワフルなリーダを必要とすることが多く、その理由は、磁界結合による給電に制約があるからであり、磁界結合は急激に減少する。この結合は $1/r^3$ に相応し、ここでは 1 は信号電力、 r はタグとリーダとの間の距離である。

40

50

【 0 0 0 6 】

他方、バッテリー支援型 R F I D タグは、バッテリーおよび送信機を含み、信号を外部のリーダに送信することができる。受動型 R F I D タグとは対照的にバッテリー支援型 R F I D タグは、自身の回路の電力をすべてバッテリーから取り出す。受動型 R F I D と同様に、通信はやはり上述の後方散乱法を用いて達成される。バッテリー支援型 R F I D のレンジは一般的には、受動型 R F I D のレンジを超えており、それというのも、リーダから必要とされる電力は、通信リンクのために必要とされるものだけだからである。バッテリー電力は、センササンプリングのために安定した給電を提供するためにも用いられる。したがって R F I D 対応のバッテリー支援型デバイスは、リーダとは無関係に温度などの測定を行うことができる。(リーダは能動型回路に給電する必要はないので)外部のリーダが近くにあるか否かとは無関係に、周期的なタイムインターバルで送信を行うことができ、またはタグは外部のリーダによる問い合わせ(タグに対する送信要求)に应答して、送信を行うことができる。

10

【 0 0 0 7 】

様々な適用事例において、毎日、毎週、毎月、年 4 回、年 2 回、または毎年などのように周期的なインターバルで、被測定物体(O B M)において測定を行うのが有用である。このことは、たとえばパイプライン、橋、船舶、航空機、石油掘削装置、油貯蔵タンク、建物など、数多くの種類の構造物のヘルスマonitoringについて該当する。

【 0 0 0 8 】

よくあるのは、設置後には被測定物体の一部に容易には接近できず(たとえば埋設された土台、水中、タンク内等)、またはさもなければ測定が困難であるかまたは不都合なことである。したがって、測定センサ回路とのワイヤレスインタフェースを提供するのが望ましい。被測定物体のロケーションまたは接近容易性に起因して、センサとの物理的接触を行えない場合があるが、ワイヤレスインタフェースによって、そのようなセンサとの物理的接触を必要とすることなく測定を行うことができる。

20

【 0 0 0 9 】

しかしながら、検出された測定値がワイヤレスで送信される適用事例において判明したのは、被測定物体の耐用年数全体にわたりセンサおよびこれに対応づけられたトランスポンダなどの回路に給電可能な搭載電源を提供するのは難しい、ということである。その第 1 の理由は、再充電または不良電源または消耗した電源を置き換える目的で、センサおよび/またはトランスポンダ回路に接近できない場合がある、ということである。その第 2 の理由は、被測定物体は、コンパクトまたは平坦な輪郭を有する場合があり、したがって他の点ではコンパクトなセンサ回路に嵩のある電源を追加するのは望ましくない場合がある、ということである。この種の適用事例のためのバッテリーについて、さらなる不都合な点も知られている。たとえば、「稼働休止期間」の長いインターバルがあつて、その間は電力が取り出されずに、バッテリーにおいて周期的に電力が取り出されると、特定のタイプのバッテリーのパフォーマンスを極端に低減させてしまう可能性がある。

30

【 0 0 1 0 】

その結果として、受動的に給電される R F I D センサなどのワイヤレスセンサを提供することが知られている。受動型 R F I D タグは、近くの R F I D リーダの質問無線波からエネルギーを収集する。R F I D タグは収集されたエネルギーを利用して、センサから測定値を取得し、それらの測定値を外部の R F I D リーダに送信するなどのオペレーションを実施する。このようにすれば、搭載バッテリーを必要とせず、したがってバッテリー関連の欠点を回避できる R F I D センサを提供することができる。

40

【 0 0 1 1 】

米国特許第 9 3 7 8 4 4 8 号明細書、"RFID Sensor Tag and System for Small Output Transducers, and Related Method"には、歪み測定のために提供可能な受動型 R F I D タグについて記載されており、ここでこの文献を参照したことによりその開示内容全体が本明細書に取り込まれたものとする。受動型 R F I D を用いれば、関連づけられた構造物の耐用年数といった長い期間にわたって、かかる測定を周期的に実施することができる。

50

【 0 0 1 2 】

発明の概要

第1の態様によれば、測定を行うためにエネルギーハーベスティングRFID回路が提供される。RFID回路は、アンテナから入力リード線を介して質問信号(interrogation signal)を受け取ってエネルギーを収集し、このエネルギーは電荷蓄積ユニットに蓄積される。次いで昇圧コンバータが、収穫電圧(harvested voltage)を昇圧して昇圧電圧を生成し、この電圧は出力電圧としてセンサ出力リード線に供給される。昇圧コンバータをアクティベートするために昇圧器スイッチングユニットも提供される。特に昇圧器スイッチングユニットは、電荷蓄積ユニットにより出力された電圧が第1の閾値に到達するまで、昇圧コンバータをアクティベートしない。出力電圧に基づき1つまたは複数のセンサ入力リード線が、パイプ継手における歪みなど検出値を反映する測定入力を受け取る。

10

【 0 0 1 3 】

別の態様によれば、第1の態様のエネルギーハーベスティングRFID回路と共に、エネルギーハーベスティングRFIDタグが提供される。このRFIDタグは、アンテナ入力を供給するアンテナ、およびエネルギーハーベスティングRFID回路の出力電圧を受け取り測定入力を生成するセンサも有する。

【 0 0 1 4 】

さらに別の態様によれば、物体を監視する方法が提供される。この方法によれば、RFIDタグのアンテナによりRFIDリーダから質問信号を受け取られる。次に、質問信号により誘導された電流から生成された誘導電圧が、給電側電圧に変換される。この誘導電圧は電荷蓄積ユニットに入力される。電荷蓄積ユニットからの電荷が第1の閾値を超えると、昇圧コンバータが選択的にアクティベートされて、昇圧電圧が生成される。次いで、昇圧電圧と検出値とに基づきセンサ読み取り値を取得する目的で、昇圧電圧がセンサに供給される。最終的に、センサ読み取り値がアンテナからRFIDリーダに送信されて戻される。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

本発明の前述の態様およびその他の態様は、添付の図面を参照した以下の説明を読むことではっきりと理解できるであろう。

【 図 1 】 第1の実施形態によるRFIDセンサタグを有するRFIDシステムを示す概略図である。

30

【 図 2 A 】 第2の実施形態によるRFIDセンサタグの例示的な適用事例に関する状況を提示するために、パイプ同士を連結およびシールする例示的なパイプ継手を示す断面図である。

【 図 2 B 】 図 2 A に示したパイプ継手の一部分を、第2の実施形態によるRFIDセンサタグを有するドライビングと共に示す拡大破断図である。

【 図 3 】 第2の実施形態に従い歪み測定を実施するためのエネルギーハーベスティングRFIDタグを示す概略図である。

【 図 4 】 エネルギーハーベスティングレギュレータの出力を、連続的に給電される回路のサンプリングインターバルと対比して示すグラフである。

40

【 図 5 】 エネルギーハーベスティングレギュレータの出力を、RFIDタグが読み取られているときだけセンサに給電する回路のサンプリングインターバルと対比して示すグラフである。

【 0 0 1 6 】

例示的な実施形態の説明

本発明の1つまたは複数の態様を包含する例示的な実施形態が説明され、図面に描かれている。同じ要素を指し示すために同じ参照番号が用いられている。

【 0 0 1 7 】

本明細書において「エネルギーハーベスティング」（電力ハーベスティングまたはエネルギースカベンジングまたはエネルギーギャザリングとしても知られる）とは、外部のソ

50

ースから電気エネルギーを取り出して捕捉し蓄積するプロセスのことを指す、とすることができる。エネルギーハーベスティングとは特に、電磁（「RF」）エネルギーハーベスティングのことを指す、とすることができる、この場合、送信機により生成されたRF電磁界が、受信機内のチューニングされたコイルまたは電界アンテナと結合される。択一的に、「エネルギーハーベスティング」とは、熱または振動によるエネルギーハーベスティングのことを指す、とすることができる。

【0018】

本明細書において「センサ」は、検出されるイベントの検知と伝達の双方が要求される完全なアセンブリである一方、「トランスデューサ」は、イベントの検知のみを果たす、このアセンブリ内の要素である。本願では、これらの用語が区別なく用いられる。

10

【0019】

図1に示されている実施例を見てみると、第1の被測定物体(OBM)10が、他の被測定物体OBM-1 20、OBM-2 30~OBM-nと並置されて示されている。OBM10に関して描かれているように、被測定物体各々は、RFIDタグ100を有する。

【0020】

RFIDタグ100を、部分的にOBM10の内部に、または全体的にOBM10の内部に、配置することができる。RFIDタグ100は、アンテナ190、センサ回路110、および1つまたは複数のセンサ180を有する。RFIDタグ100のこれらの部品は、測定するために、およびセンサ180により測定された情報をオプションとして一時的に記憶するために、互いに共働して機能する。RFIDタグ100のこれらの部品はさらに、測定された情報をOBMに対応づけられたユニークな識別(ID)番号と共に、RFIDリーダ200へ送信するために、互いに共働して機能する。重要であるのは、RFIDタグ100のセンサ180が、OBM10の被検出部分の近くに配置されていることであり、これによってその部分を検出できるようになる。アンテナ190、回路110およびセンサ180は、好ましくは単一の基板上にいっしょに設けられているが、とはいえ相互接続された別々の基板上に設けられた部品の様々な組み合わせによる他のコンフィギュレーションも考えられる。

20

【0021】

センサ180は、以下のうちの1つまたは複数をも有することができる。すなわち、ブリッジデバイスを含む任意の抵抗型のセンサまたはトランスデューサ、圧電センサのように電圧を生成するデバイス、熱電対、マイクロフォン、熱発電装置、光電池および同様のもの、容量センサ、圧力センサ、流量センサ、液漏れセンサ、振動センサ、およびその他のこの種のセンサタイプまたはトランスデューサタイプ。このようにして、OBM10内の、またはOBM10周囲の、1つまたは複数のコンディションを検出することができる。たとえば光、温度、磁界、湿度、振動、圧力、電界、運動または音響などを検出することができる。センサ180は、歪み、温度または電気的特性など、OBM10自体の一部分の性質を検知することができる。受動型センサタグにおいてRFソースから利用できるのは低電力であるがゆえに、電力消費を低減するために高インピーダンスのトランスデューサを使用するのが最も好ましい。ただし高インピーダンスのセンサの信号出力は小さく、したがって電氣的なノイズの影響をいっそう受けやすい。

30

40

【0022】

RFIDタグ100は、ユニークなID番号を有する。ほとんどのRFIDプロトコルによって提供されているコリジョン防止能力によって、多数のRFIDタグ100を「無線電磁界」内に存在させ、1つのRFIDリーダ200によってそれらを読み取ることができる。これにより多数のRFIDタグ100を小さいエリア内に設置することができ、自動化された監視のために単一のRFIDリーダ200によってそれらを同時に読み取ることができる。

【0023】

一部の実施形態によれば、RFIDタグ100を、センサ180なしで設けることがで

50

き、したがってタグは物体または構造物の識別など択一的な目的で使用され、物体または構造物の特性を測定する目的では使用されない。

【0024】

R F I Dタグ100は好ましくは、完全にシールされたハウジングなどのようなハウジング内に設けられており、これによって塵粒、空気、液体および/または腐食性化学物質の侵入に対し保護され、オプションとしてある程度の熱絶縁も提供される。ハウジングをO B M 10に付着させてもよいし、またはO B M 10内部に部分的にまたは完全に埋め込んでよい。オプションとしてハウジングは、プローブなどセンサ180の一部のための開口部を有することができる。この開口部を、プローブのリード線周囲でシールすることができる。

10

【0025】

図1には、R F I Dタグ100が、いわゆる高周波近距離通信(H F - N F C)システムにおいて、ワイヤレスR F I Dインタフェース160を介して、能動的に給電されるR F I Dリーダ200と通信することも示されている。R F I Dリーダ200はたとえば、915MHzで動作することができ、50個のチャンネルを有することができ、これらのチャンネルによって、R F I Dリーダ200とR F I Dタグ100との間の距離および相対的ロケーションなどのファクタに基づき、それぞれ異なるようにエネルギーが供給される。択一的に、13.56MHzなど異なる周波数または周波数帯域で動作する他の公知のH F - N F Cを使用してもよい。いずれのケースであれ、R F I Dリーダ200はインタフェース160を介して、質問信号を送信し、R F I Dタグ100から認証応答も受信する。特にR F I Dタグ100はそのアンテナ190を使用し、ワイヤレスインタフェース160を介して、R F I Dリーダ200から質問信号を受信しエネルギーを収穫すること、およびR F I Dリーダ200にその応答を送信すること、の双方を行う。

20

【0026】

最後に、図1に示されているように、R F I Dリーダ200を、P Cまたはデータセンタなど1つまたは複数のシステム監視デバイス300と、断続的にまたは連続的に接続することができる。1つの可能な実装によれば、システム監視デバイス300は、特定のデバイスまたはプロセッサと結び付いたものでなくてもよく、クラウドコンピューティングサービスまたは他の分散処理サービスによってこれを実装してもよい。R F I Dリーダ200とシステム監視デバイス300との間の接続を、W i F iまたはブルートゥースなどのワイヤレス接続としてもよいし、あるいはたとえばイーサネットまたは同軸ケーブルを介して公知のI Pプロトコルに基づき実装された、ハードワイヤード接続としてもよい。

30

【0027】

動作中、R F I Dリーダ200は、R F I Dタグ100に質問する。R F I Dタグ100は自身のアンテナ190を介して、測定を実施するためにエネルギーを収穫し、自身の回路110をアクティベートする。次いで回路110はセンサ180をアクティベートし、これによってセンサ180は1つまたは複数の測定データを生成する。測定データは、R F I Dタグ100の回路110およびアンテナ190を介し、R F I Dインタフェース160を経て、R F I Dリーダ200に転送され、R F I Dリーダ200は測定データを一時的に記憶させることができ、または処理のためにそれらをシステム監視デバイス300にダイレクトに転送することができる。

40

【0028】

R F I Dタグ100がR F I Dリーダ200によって読み取られた後、リアルタイムのセンサデータが、センサデータと同時にサンプリングされた何らかの制御信号、ならびにR F I Dタグ100を識別するためのI D情報と共に、R F I Dリーダ200に送信され、最終的にはシステム監視デバイス300に送信される。システム監視デバイス300はこれらのデータを使用して、検出されたパラメータの現在値を計算する。システム監視デバイス300は、測定データにおいて後処理を実施することができる。さらなるデータ分析および/またはデータ編集プロセスのために、測定データを未処理の形態または処理さ

50

れた形態でシステム監視デバイス300に記憶させることもできる。

【0029】

実際の運用において、RFIDリーダ200は、システム監視デバイス300に属するものとして本明細書で説明する機能のいくつかを実施することができ、また、その逆も可能である。実際のところ、RFIDリーダ200およびシステム監視デバイスを、一部のケースでは単一のユニットとして実装してもよいし、または既述の2つのユニットよりも多くのユニットとして実装してもよく、この場合、これらのデバイスのいずれか一方または両方に関連づけられた機能が、2つまたはそれよりも多くのデバイスに分散される。

【0030】

図2A～図2Bには、第2の実施形態によるエネルギーハーベスティングRFIDタグ100Aに関する1つの適用事例が示されている。この適用事例は、米国特許出願公開第2017/0089496号明細書 "Pipe Fitting with Sensor" に記載されているような、パイプ区間同士を機械的に取り付けてシールするためのパイプ継手であり、ここでこの文献を参照したことにより、その開示内容全体が本明細書に取り込まれたものとする。

10

【0031】

図2Aに示されているように、天然ガス、石油、空気、水、または他の液状またはガス状の成分あるいは混合物など、プロセス流体を搬送するために、パイプ16が設けられている。特に、プロセス流体は、硫化水素などの腐食要素を含んでいる可能性があり、これは炭素鋼パイプラインにダメージを与えるものとして知られている。パイプ16は、好ましくは鋼または他の金属から成るが、とはいえ択一的な実施形態によれば、PVCまたは他のポリマーなど、純粋なまたは複合的な形態として他の材料または化合物でパイプ16を用意してもよい。

20

【0032】

パイプ16をさらなるパイプ区間と連結する目的で、パイプ継手12が設けられている。図2Bに示されているように、パイプ継手の内側輪郭にシーリングリッジ12A、12B、12Cが設けられている。シーリングリッジ12A、12B、12Cは、パイプ16の終端の外側部分に接している。パイプ継手12の外側輪郭はショルダを有することができ、これによってパイプ継手12の比較的薄い部分がパイプ継手12の比較的厚い部分と連結されている。パイプ継手12を、鋼、銅または他の金属など塑性変形可能な高強度の材料から成るものとすることができる。

30

【0033】

図2Aおよび図2Bに示されているように、ドライブリング14も設けられている。パイプ16をパイプ継手12と連結する目的で、たとえば液圧プレスによって、ドライブリング14が軸線方向でパイプ継手12上に向かって最終設置ポジションまで押し込まれる。パイプ16上にドライブリング14を設置することによって、パイプ16に対し持続的な非可逆的変形が引き起こされ、これによってパイプ16とパイプ継手12との間に金属同士のシールがもたらされる。パイプ16が内部に収容されたパイプ継手12上にドライブリング14が軸線方向で押し込まれると、パイプ継手のシーリングリッジ12A、12B、12Cが、パイプ16と機械的に接続されて、漏れのないようにシールされるようになる。シーリングリッジ12A、12B、12Cをパイプ16に強制的に噛合させて、パイプ継手12をパイプ16とシールして機械的に接続する目的で、ドライブリング14のサイズは、パイプ継手12の外周上に環状に収容され、この外周に沿って軸線方向で押し込まれるように選定される。

40

【0034】

図2Bに示されているように、1つまたは複数のエネルギーハーベスティングRFIDタグ100Aが、ドライブリング14上に設置されている。これによって、たとえばパイプ継手の設置中ならびにその有効耐用年数にわたって、ドライブリング内部の歪みを監視することができる。エネルギーハーベスティングRFIDタグ100Aを、ドライブリング14の頂部に設置することができ、あるいはドライブリング14の外周中に部分的に埋め込むことができ、または完全に埋め込むことができる。RFIDリーダによって質問さ

50

れると、エネルギーハーベスティングRFIDタグ100Aは、ドライプリング14内部の歪みの測定値を供給する。

【0035】

歪み測定値が下限閾値と上限閾値とにより線引きされた所定の範囲内であれば、このことによって、ドライプリング14が良好なコンディションにある、ということを表すことができる。しかしながら歪み測定値が範囲外にあるならば、このことを、ドライプリング14および継手12を検査すべきである、または交換すべきである、という指示として用いることができる。したがってRFIDリーダ200による質問を、規則的なまたは不規則なインターバルで実施することができる。たとえば、通常の保守の一部として、質問を周期的に実施することができる。パイプラインが停止しているとき、動作開始時、または負荷の多いまたは異常な動作コンディションの前またはその間またはその後、システムチェック中にさらなる質問を実施することができる。

10

【0036】

第2の実施形態によるRFIDタグ100Aの開発は、信頼性のある歪み測定値を生成するためには極めて安定した比較的高い電圧をRFIDタグ100Aによって生成しなければならない、という点で、技術課題になっていた。金属構造物のための歪みトランスデューサは、一般に金属フィルム抵抗デバイスであり、それらの入力電圧の変化に対し極度に敏感な可能性がある。これらのトランスデューサは一般に、それらが取り付けられている構造物の運動(歪み)に反応して、著しく小さい電気抵抗の変化を生成し、その結果、数10mVのオーダの著しく小さい出力信号が発生する。特に、ドライプリング14は一般に高強度の材料から成り、したがって検出される歪み値は一般に、0.001%~0.01%のオーダの著しく小さい値であり、このため抵抗値の変化も著しく小さい。その結果、近くのRFIDリーダからの質問信号との干渉に起因する入力電圧における著しく僅かな発振が、信頼性のない歪み測定値につながる可能性がある。換言すれば、歪みゲージに入力された電圧がたとえ僅かな発振を含んでいても、これによって歪み測定値がバックグラウンドノイズと区別できなくなってしまう可能性がある。

20

【0037】

受動的に給電されるRFIDタグは一般に低電圧で動作する、ということから、上述の問題点がいつそう悪化してしまう。なぜならばRFIDタグ100は、RFIDリーダ200により供給される到来質問信号から、自身が動作のために使用するエネルギーをすべて収穫しなければならないからである。よって、センサ180が連続的に給電されると、収穫エネルギーはすぐに枯渇してしまう。その結果、測定と測定との間に長い遅滞時間が生じてしまう可能性がある。それというのも、RFIDタグ100内部に蓄積されるエネルギーを、まずはRFIDリーダ200によって補充してからでないと、新たな測定サイクルを始めることができないからである。図4にはこのことが描かれており、この図は、自身のセンサ180に連続的に給電するのが許可されていた回路において測定されたものである。上方の軌跡は、エネルギーハーベスティング回路の出力を示している。下方の軌跡は、測定またはセンサ読み取りを実施するためのアクティベート信号を示している。図4の時間軸は1目盛り2秒であり、ハーベスタ回路のエネルギー供給間の充電時間は最大で6秒までかかることを読み取ることができる。

30

40

【0038】

最終的な考察事項は、収穫された信号がRFIDタグ100によって整流された後でさえも、一般に整流された電圧は依然として、近くのRFIDリーダ200から出された高出力信号からの干渉に起因して、かなりの発振を含んでいる、ということである。RFIDリーダ200は、50個のチャネルから成る1つの帯域にわたって動作する。RFIDタグアンテナ190は、すべてのチャネルにおいてエネルギーを収集するには効率がよくない。その結果として、整流された電圧にノイズが発生し、それによって信頼性のないセンサ測定となってしまう。換言すれば、RFIDリーダ200によってセンサタグに放射されるRFエネルギーは、RFIDタグ100の配線トレースおよび部品において余分な電流を誘導し、これによって不所望な発振(電気ノイズ)が発生し、そのためセンサ18

50

0 Aの小さい信号変化を検知するのがさらにいっそう難しくなってしまう。センサ180 Aに入力される電圧のこのような僅かな発振であっても、信頼性のない歪み測定につながる可能性がある。しかも、RFIDリーダ200とRFIDタグ100との間の距離が変化すると、整流された給電のレベルが変動してしまう可能性があり、適切に把握されないと、これによってさらなる測定誤差が引き起こされる可能性がある。

【0039】

第2の実施形態によるエネルギーハーベスティングRFIDタグ100 Aは、上述の課題に依って設計された。図3に示されているように、第2の実施形態によるエネルギーハーベスティングRFIDタグ100 Aは、このRFIDタグ100 Aが、アンテナ190と、エネルギーハーベスティングRFID回路110 Aと、歪みゲージとしても知られている歪みセンサ180 Aとを有する点では、大部分が第1の実施形態と一致している。エネルギーハーベスティングRFID回路110 Aは、極めて安定した昇圧電圧 V_{REG} を供給し、これは正確な歪み測定を行うために必要とされる。

10

【0040】

歪みセンサ180 Aは好ましくは、ドライビング14または他の被測定物体に堅固に取り付けられており、この取り付けはたとえば、ドライビング14内または他の被測定物体内に、歪みセンサ180 Aの歪み感応パターンを部分的にまたは完全に埋め込むことよって行われる。

【0041】

エネルギーハーベスティングRFID回路110 Aおよびアンテナ190は、好ましくは歪みセンサ180 Aの近くに設けられており、RFID回路110 Aは、図3に示されているように歪みセンサ180 Aとハードワイヤード接続されている。第1の実施形態に関して説明したように、RFIDタグ100 Aの要素は好ましくは、被測定物体に取り付けられた、またはその中に部分的にまたは完全に埋め込まれたハウジング内に設けられている。

20

【0042】

図3に示されているように、アンテナ190により取り出された質問信号が、アンテナリード線191を介してエネルギーハーベスティングRFID回路110 Aに入力される。アンテナ190を、915 MHzのような所定の周波数に合わせてチューニングすることができ、アンテナ190はこの周波数の電磁界を、使用可能な交流(AC)電圧に変換する。アンテナ190からの一般的な交流電圧を、 4 vac p-p とすることができる。

30

【0043】

交流電圧は、アンテナリード線191を介し、インピーダンス整合回路網192を通過して供給される。インピーダンス整合回路網192は、最大の電力搬送をもたらすために、整合されたLC回路を有することができ、この回路は、1つまたは複数のインダクタおよび1つまたは複数の整合キャパシタを含む。インピーダンス整合回路網192は、整合された入力信号をRFIDトランスポンダチップ120に供給する。いくつかの実施形態によれば、アンテナリード線191がRFIDトランスポンダチップ120へとダイレクトに導かれるように、インピーダンス整合回路網192を省略してもよい。

40

【0044】

RFIDトランスポンダチップ120は整合された入力信号を受信し、整流された直流出力 V_{POS} を生成し、この出力は、アンテナ190により受信された質問信号の強度次第では、1.2 V DCよりも低いような比較的低い電圧を有する可能性がある。しかも整流された直流出力 V_{POS} に、発振および/または不安定性が加わる可能性もある。したがって、より安定した連続的な電圧供給が得られるようにする目的で、質問信号から収穫されたエネルギーが電荷蓄積ユニット130に入力され、このユニットは収穫エネルギーを一時的に蓄積する。

【0045】

整流された直流出力 V_{POS} が電荷蓄積ユニット130に供給される前に、最初にこの

50

出力は調整ユニット122を通過し、このユニットによって電荷が調整され隔離される。特に調整ユニット122は、電流を調整するために1つまたは複数の抵抗を有することができる。これに加えて、または択一的に、調整ユニット122は、1つまたは複数のダイオードを有することができ、これによってRFIDトランスポンダチップ120の V_{POS} 端子への逆電流が阻止される。それというのも過剰な逆電流によってRFIDチップ120が損傷してしまい、不安定な動作が引き起こされてしまうおそれがあるからである。いくつかの実施形態によれば、整流された直流出力 V_{POS} が電荷蓄積ユニット130へとダイレクトに供給されるように、調整ユニット122を省略してもよい。

【0046】

電荷蓄積ユニット130は、単一のキャパシタを有することができ、または複数のキャパシタから成るバンクを有することができ、この場合、合成された出力電圧 V_{CAP} が生じる。キャパシタバンクをキャパシタ回路網の形態にあるものとすることができ、これらのキャパシタを互いに並列または直列に接続することができる。

10

【0047】

質問信号が存在するかぎり、電荷蓄積ユニット130が完全にまたはほぼ完全に充電された状態になるまで、電荷が電荷蓄積ユニット130に蓄積する。センサ測定が行われることで電荷が電荷蓄積ユニット130から流出されると、次いでキャパシタバンクは、質問信号が存在し続けるかぎり、再充電を行うことになる。換言すれば、電荷蓄積ユニット130は、満杯状態になるまで動作中、充電を続ける。

【0048】

電荷蓄積ユニット130はその出力端に、収穫された電圧 V_{CAP} を生成する。収穫電圧 V_{CAP} は、十分な電荷がキャパシタバンク内に残っているかぎり、比較的安定しているけれども、収穫電圧 V_{CAP} は最初は、歪みセンサ読み取りを実施するには十分に高い電圧ではない。電荷蓄積ユニット130が十分な電荷を蓄積したならば、収穫電圧 V_{CAP} は、DC/DC昇圧コンバータ140のために最適な電圧にクランプされる。DC/DC昇圧コンバータ140は、収穫電圧 V_{CAP} を入力として受け取り、昇圧された電圧 V_{BOOST} を出力する。ただし昇圧コンバータ140の電力要求ゆえに有利であると判明したのは、歪み測定が行われるべき時点よりも少し前まで、昇圧コンバータ140をオフ状態のままにしておくことである。換言すれば、電荷蓄積ユニット130内に蓄積された収穫エネルギーが、歪み測定が行われていないのに、昇圧コンバータ140の動作により流出してしまうのを阻止するのが有利である。

20

30

【0049】

したがって昇圧コンバータ140は、昇圧器スイッチングユニット132により制御され、このユニットによって通常は、昇圧コンバータ140がオフ状態のままであることが保証される。外部のRFIDリーダ200が、アンテナ190を介して質問要求を送信することによって、RFIDタグ100Aに対し質問すると、RFIDトランスポンダチップ120は、実行された測定信号を自身のEXCピンに出力する。これによって昇圧器スイッチングユニット132がアクティベートされ、このユニットは、電荷蓄積ユニット130が十分に充電されているのか否かをチェックする。たとえば昇圧器スイッチングユニット132は、 V_{CAP} を0.9Vのような予め規定された第1の閾値と比較することができる。 V_{CAP} が第1の閾値に到達しているときのみ、昇圧器スイッチングユニット132は昇圧コンバータ140をオン状態にすることができる。キャパシタバンクが十分に充電される前に、RFIDトランスポンダチップ120が質問要求を受信したならば、昇圧コンバータ140は、昇圧器スイッチングユニット132によってオフ状態のままにされている。電荷蓄積ユニット130が十分に充電されていないときに、歪み測定値を取得しようとしても、電荷蓄積ユニット130を枯渇させるだけであり、図4を参照しながらすでに説明したように、結果として信頼性のある歪み測定値は得られない。

40

【0050】

昇圧電圧 V_{BOOST} は、歪みゲージ測定など著しく精密な測定を実施するために十分に高い。ただし、近くのRFIDリーダからの干渉に起因して、信頼性のある測定値を得

50

るためには、昇圧電圧 V_{BOOST} が十分には平滑化されていない可能性がある。よって、昇圧電圧 V_{BOOST} を平滑化するために、基準レギュレータ 150 が設けられている。ただし、基準レギュレータ 150 が不必要に電力を消費するのを避けるために有利であると判明したのは、歪み測定が行われるべき時点よりも少し前まで、基準レギュレータ 150 をオフ状態のままにしておくことである。

【0051】

したがってレギュレータスイッチングユニット 142 が設けられており、このユニットは、昇圧電圧 V_{BOOST} を、たとえば 1.9V のような予め規定された第 2 の閾値と比較し、第 2 の閾値に到達した場合のみ、スイッチオンを行う。レギュレータスイッチングユニット 142 をトランジスタとして実装することができ、このトランジスタは、昇圧電圧が予め規定された第 2 の閾値を下回っているときは、スイッチオフ状態となり、よって、昇圧電圧が予め定められた第 2 の閾値を下回っているときは、基準レギュレータ 150 を給電するために昇圧電圧が送られてしまうのを阻止する。レギュレータスイッチングユニット 142 がスイッチオンされると、 V_{BOOST} がレギュレータスイッチングユニット 142 を通過して、基準レギュレータ 150 に供給される。

10

【0052】

ただし、レギュレータスイッチングユニット 142 がスイッチオンされる前、基準レギュレータ 150 は、ときには「浮遊」電圧とも呼ばれる不定の電圧を出力している。基準レギュレータ 150 がまだこの不定の浮遊電圧を出力している間に、歪みセンサ 180A が問い合わせを受け、歪みセンサ 180A の読み取りが実施されるケースでは、その結果として、信頼できるが偽のセンサ読み取り値が生じる可能性がある。歪みセンサ 180A の信頼できるが偽の読み取り値が、真の読み取り値として解釈されるのを回避する目的で、歪みセンサ 180A の読み取り値が有効であるときにシグナリングする昇圧検知ユニット 144 が設けられている。

20

【0053】

これは以下のようにして達成される。レギュレータスイッチングユニット 142 が基準レギュレータ 150 をオン状態にして、出力電圧 V_{REG} が供給されると、レギュレータスイッチングユニット 142 は、センサ読み取り値が信頼性があることを表す制御信号を、昇圧検知ユニット 144 に送信する。昇圧検知ユニット 144 は、転送された制御信号を RFID トランスポンダチップ 120 へと供給する。転送された制御信号を、A/D 入力であるピン EXT2 において読み込むことができ、この場合、可能な値のレンジ内にある転送された制御信号の特定の値が、基準レギュレータ 150 がオンであることを表すために用いられる。このことは同様に、出力電圧 V_{REG} が出力リード線 155 に供給されており、したがって歪みセンサ 180A が有効な読み取り値を生成していることを表す。これによって、センサ 180A の信頼できるが偽の読み取り値が有効な読み取り値として解釈されないように、セーフガードがもたらされる。

30

【0054】

基準レギュレータ 150 は、正確な歪み測定を行うために必要とされる極めて安定した比較的高い電圧 V_{REG} を供給する目的で、シャントレギュレータおよび RC フィルタを有することができる。昇圧され平滑化された出力電圧 V_{REG} は、RFID 回路 110A によりセンサ出力リード線 155 を介して歪みセンサ 180A へ供給される。出力電圧 V_{REG} が出力リード線 155 へと送られたならば、歪みセンサ 180A から得られた測定値は、真の歪み測定値を反映している。

40

【0055】

昇圧され平滑化された電圧 V_{REG} に基づき、歪みセンサ 180A は歪み測定値 V_{IN+} 、 V_{IN-} を生成し、これらはセンサコンディショニングユニット 185 に入力される。センサコンディショニングユニット 185 は、測定値 V_{IN+} 、 V_{IN-} を増幅することができ、かつ/またはそれらに対しオフセットを適用することができる。センサコンディショニングユニット 185 は出力を生成し、これはピン EXT1 において A/D 入力として RFID トランスポンダチップ 120 に読み込まれる。センサコンディショニングユ

50

ニットの増幅されて拡げられたダイナミックレンジ、およびトランスポンダチップ120に入力された調整された電圧によって、A/Dレンジの中心付近での動作が可能になることで測定精度を改善することができる。択一的に、センサコンディショニングユニット185は、A/Dレンジの中心からオフセットされて変更されたレンジなど、任意の所望のレンジに合わせて動作を調節することができる。

【0056】

歪み測定値を表すEXT1のデジタル化された値、および測定値が有効であるか否かの指示を表すEXT2が、好ましくはRFIDタグ100Aに対応づけられたIDと共に、いっしょにまとめられ、アンテナ190を介して外部のRFIDリーダ200に送信される。RFIDリーダ200は、無効な読み取り値を取り除くことができ、または未処理のデータをシステム監視デバイス300にダイレクトに送ることができる。

10

【0057】

上述の記載に基づき、RFIDタグ100Aの1つの例示的な作動方法について説明する。外部のRFIDリーダ200が接近すると、アンテナ190は質問信号を取り出し、RFIDトランスポンダチップ120は、収穫エネルギーを使用して、整流された直流電圧 V_{POS} の生成を開始する。これは調整ユニット122を介して電荷蓄積ユニット130に供給され、このユニットは電荷の蓄積を開始する。RFIDリーダ200からRFIDタグ100Aまでの近さに応じて、電荷蓄積ユニット130を、一般的には1秒、数秒、または数分よりも短いような期間内に、完全に充電することができる。

【0058】

RFIDリーダ200によって測定サイクルを開始させることができ、RFIDリーダ200は質問要求を送信し、この要求はアンテナを介して受信され、RFIDトランスポンダチップ120によって処理される。次いでRFIDトランスポンダチップ120は、アクティベート信号EXCを昇圧器スイッチングユニット132に出力する。昇圧器スイッチングユニット132は、電荷蓄積ユニット130により供給された電圧 V_{CAP} が第1の閾値レベルに到達しているのか否かをチェックする。到達しているのであれば、昇圧器スイッチングユニット132は昇圧コンバータ140をアクティベートし、次いで昇圧コンバータ140は昇圧電圧 V_{BOOST} を生成する。昇圧電圧 V_{BOOST} が(第1の閾値レベルよりも高い)第2の閾値レベルに到達したならば、レギュレータスイッチングユニット142が制御信号を、昇圧検知ユニット144を介してRFIDトランスポンダチップ120のEXT2ピンに出力する。これと同時に、レギュレータスイッチングユニット142は、昇圧電圧 V_{BOOST} をレギュレータ150へと送ることができ、これによって電圧が平滑化されてフィルタリングされる。結果として生じた V_{REG} は、歪みセンサ180Aのための基準電圧として用いられる。

20

30

【0059】

基準電圧 V_{REG} に基づき、歪みセンサ180Aは歪み測定値 V_{IN+} 、 V_{IN-} を生成する。これらはセンサコンディショニングユニット185によってコンディショニングされ、その結果が、RFIDトランスポンダチップ120のA/D入力ピンEXT1へと供給される。

【0060】

RFIDトランスポンダチップ120は、入力EXT1およびEXT2をサンプリングし、これらの値を、好ましくはRFIDタグ100Aに対応づけられたIDと共に、アンテナ190を介してRFIDリーダ200に出力する。RFIDリーダ200は、EXT2がレンジ内にあるか否かをチェックし、つまりはEXT1の値が真の歪み測定値であり、信頼できるが偽の値であるにすぎないものではないことを表すか否かをチェックする。測定値が有効であることをEXT2が表しているならば、RFIDリーダ200にローカルに、またはシステム監視デバイス300に、EXT1が保存または記録される。タイムスタンプおよび読み取り値に関連づけられたその他の情報などの周辺データも、同様に保存することができる。他方、測定値が有効ではないことをEXT2の値が表しているならば、入力EXT1、EXT2のペアを、意図的な削除によって、またはデータの上書きを

40

50

許可することによって、破棄することができる。

【0061】

R F I Dリーダ200がアクティベート信号の出力をやめると、R F I Dトランスポンダチップ120は、自身のアクティベーション信号をE X Cに出力し続けるのを停止する。その結果、昇圧コンバータ140、レギュレータスイッチングユニット142、およびレギュレータ150は、すべて非アクティブ状態となり、かくして電荷蓄積ユニット130から電荷が不必要に取り出されるのが阻止される。電荷蓄積ユニット130はその間、電荷蓄積ユニット130が完全に再充電されるまで、質問信号から収穫されたエネルギーを用いて、バックグラウンドで充電を続ける。電荷蓄積ユニット130内に蓄積された収穫エネルギーによって V_{CAP} が第1の閾値に到達させられたならば、電荷蓄積ユニット130が完全に充電される前に、新たな測定サイクルを開始することができる。

10

【0062】

図2A～図2Bを参照しながら説明した第2の実施形態の適用事例に再び戻って、次にパイプ継手12、14、16に関してR F I Dタグ100Aの動作について説明する。ドライビング14の設置中、R F I Dリーダ200は、10分の1秒ごとまたは毎秒など、短いインターバルで複数のサンプルを収集することができる。R F I Dタグ100Aのエネルギーハーベスティング能力によって、短いインターバルで複数の読み取りを達成するのに十分な電荷を収穫することができる。被測定物体の耐用年数全体にわたりメンテナンスを実施する場合、たとえばそのメンテナンスチェックのための平均測定値を生成する目的で、R F I Dリーダ200によって、1回の読み取り、2回の読み取り、または数回の読み取りなど、いっそう僅かな回数の読み取りを行うことができる。

20

【0063】

要約すると、歪みセンサ180Aは、R F I Dタグ100Aが読み取られている間だけしか給電されない。これによって図5に示した効果もたらされ、つまりセンササンプルイベント中のみエネルギーハーベスタ回路をアクティベートすることにより、エネルギーが節約される。上方の軌跡は、エネルギーハーベスティング回路の出力を示している。下方の軌跡は、測定またはセンサ読み取りを実施するためのアクティベート信号を示している。図5の時間軸は1目盛り20msである。単一の測定を完了させるためには、4～5msしかかからない。エネルギー節約の結果として、25msごとに新たな測定を実施することができる。このことは図4に対する大きな改善を表しており、それというのも頻繁な測定は、図2Aおよび図2Bを参照しながら説明したパイプ継手のドライビング14の設置中など、一部の適用事例においては有利になり得るからである。

30

【0064】

歪みを監視できることに加えて、本明細書で開示した技術を、圧力トランスデューサなど他の多くのタイプのトランスデューサ、R T D（抵抗温度検知器）など高精度の温度センサ、サーミスタ、近接センサ、湿度センサ、光検知器（フォトセル）などに適用可能とすることができる。これらの実施形態において、回路およびパッケージングを僅かに変更するだけで、歪みトランスデューサを他のトランスデューサに置き換えることができる。

【0065】

既述の実施形態の変形において、エネルギーハーベスティングR F I Dタグを、センサまたはトランスデューサを装備せずに設けることができ、したがってエネルギーハーベスティングR F I Dタグは主として、R F I Dタグが対応づけられている建物、構造物または製品を識別するために用いられる。特定のR F I Dタグは長い読み取りレンジを有しているけれども、R F I Dタグの読み取りレンジが、たとえば、距離によって、あるいはR F I Dタグが構造物に埋め込まれている場合に、たとえば1つまたは複数の側面がゴム、コンクリートまたは木によって取り囲まれている場合に、制限される可能性がある。動作にあたりR F I D回路は一般に、インタロゲータからリアルタイムにR F エネルギーを受け取って消費し、信号をリーダに送信して戻すことができるよう、最小エネルギーを必要とする可能性がある。ただし、質問信号により供給されるエネルギーが、R F I Dタグが信号を送信できるようにするためには低すぎたとしても、R F I Dタグは、質問信号から

40

50

依然としてエネルギーを収穫することができる。このケースでは、RFIDタグは、エネルギーが十分に蓄積されるまでエネルギーを受動的に収穫することができ、十分に蓄積された時点でRFIDチップは、質問信号に応答してそのIDの送信をアクティベートして開始することができる。したがってエネルギーハーベスティングゆえにRFID回路は、「擬似バッテリー支援型」デバイスとして振る舞うようになる（すなわちバッテリーは存在しないが、収穫されて蓄積された電荷が、一時的にRFID回路に対するバッテリーのように振る舞う）。

【0066】

このようにして、通常はRFIDリーダのレンジ外にあるであろう構造物または物体を識別するために、たとえば「通常の」（エネルギーハーベスティングを行わない）RFIDタグがレスポンスを送信できるようにするにはRFIDリーダの質問信号が弱すぎるケースにおいて、エネルギーハーベスティングRFIDタグを用いることができる。たとえばいくつかのRFID回路は、動作のために2Vの最小値（すなわちRF信号から得られた整流された電圧）を必要とし、RF質問信号から得られた電圧がこの閾値よりも小さければ、動作しないことになる。しかしながら本明細書で説明したエネルギーハーベスティングRFIDタグを用いれば、依然としてエネルギーを質問信号から収穫することができ、十分なエネルギーが存在するようになるまで電荷蓄積ユニット130内に蓄積することができ、そのエネルギーを昇圧してRFID回路に供給し、これによってRFIDタグはレスポンスを送信できるようになる。したがってRFID回路がインタロゲータからリアルタイムにRFエネルギーを受け取って消費するのではなく、RFID回路がアクティベートに十分なエネルギーを収穫する前に、数秒（たとえば5～10秒またはそれ以上）がかかる可能性がある。たとえば、RFIDタグの距離または埋め込まれたロケーションに起因して、RF信号から得られた整流された電圧が1.5Vであったならば、これはRFIDデバイスを動作させるための最小の2Vの閾値を下回ることになる。ただし、この1.5Vの整流された電圧を、本明細書で説明した回路によって依然としてエネルギー収穫することができ、電荷蓄積ユニット130に蓄積することができる。十分な量のエネルギーが収穫されたならば、蓄積された1.5Vの整流された電圧を2V（または他の望ましい値）まで昇圧することができ、次いでRFID回路が（識別情報を含む）信号をインタロゲータに送信して戻すことができるように、RFID回路に供給すればよい。ここで考えられるのは、この代替的なシステムを、少なくとも段落[0042]～[0056]で説明したような、本明細書で述べた回路および特徴によって達成することができる、ということである。この方法を用いれば、RFID回路は通常のように動作し、さもなければ動作を妨げてしまうであろう長い距離または埋め込まれた構造物によって、不利な影響が及ぼされることにはならない。

【0067】

既述の実施形態の別の変形において、エネルギーハーベスティングを、RFエネルギーハーベスティングとは別的手段によって、たとえば熱エネルギーまたは振動エネルギーを用いて、達成することができる。熱エネルギーハーベスティングに基づく変形実施形態の場合であれば、エネルギーハーベスティングを、熱勾配部分の上に取り付けられた熱発電装置（TEG）モジュールによって達成することができる。振動エネルギーハーベスティングに基づく変形実施形態の場合であれば、エネルギーハーベスティングを、振動エネルギーハーベスティングモジュールを用いて達成することができ、このモジュールはたとえば、振動に反応して電荷を生成する圧電部品を含む。これらのケースにおいて、熱発電装置または振動エネルギーハーベスティングモジュールを、本明細書で説明した実施形態に組み込むことができ、この場合、収穫エネルギーが電荷蓄積ユニット130に入力される。

【0068】

エネルギーハーベスティングRFID回路110Aの部品は、好ましくはアナログ部品によって実装される。一般にデジタル部品は、適切に実装された場合のアナログ部品よりも比較的多くの電力を消費し、したがってデジタル部品は、受動型RFIDの適用事

10

20

30

40

50

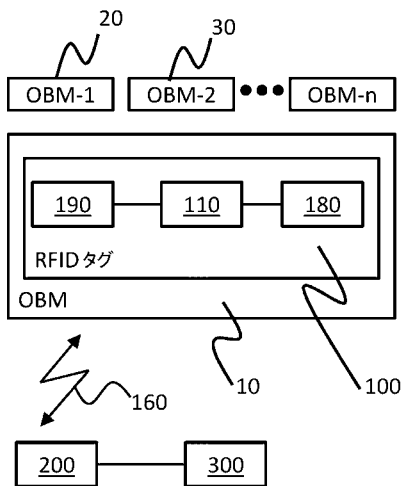
例に固有の低電力要求にも適していない可能性がある。ただし、RFIDトランスポンダチップ120など回路の一部を、回路設計者の裁量により部分的にデジタルロジックで実装してもよい。同様に、昇圧器スイッチングユニット132および/またはレギュレータスイッチングユニット142など回路の他の部品が、バイナリ出力(オン/オフ)を生成してもよい。特に、昇圧器スイッチングユニット132および/またはレギュレータスイッチングユニット142を、トランジスタにより実装することができ、これによってそれらの個々の出力電圧が、オンまたはオフのいずれかの出力に対応する予め規定された2つのレベルのみに限定される。

【0069】

これまで本発明について、上述の例示的な実施形態を参照しながら説明してきた。本明細書を読み理解すれば、他の者は修正および変更気付くであろう。本発明の1つまたは複数の態様を包含する例示的な実施形態は、添付の特許請求の範囲内に入るかぎりにおいては、かかる修正および変更すべてを含むことを意図している。

10

【図1】



【図2B】

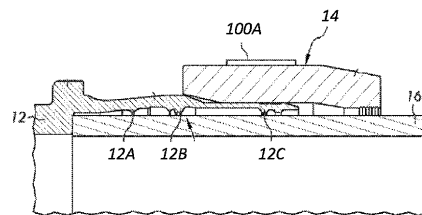


Fig. 2B

【図2A】

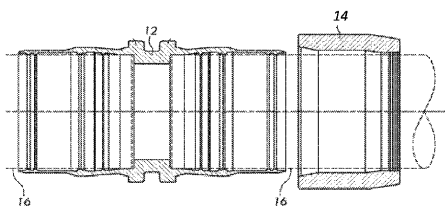


Fig. 2A

【 図 3 】

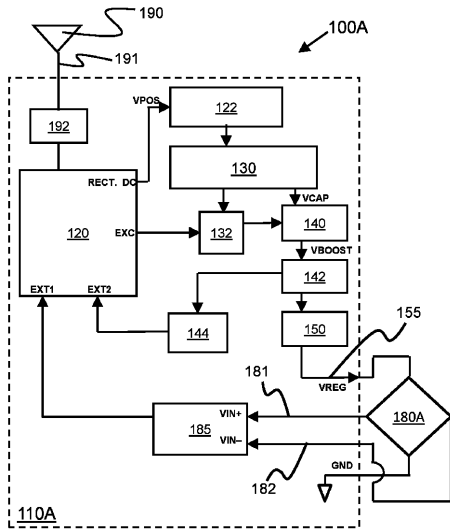
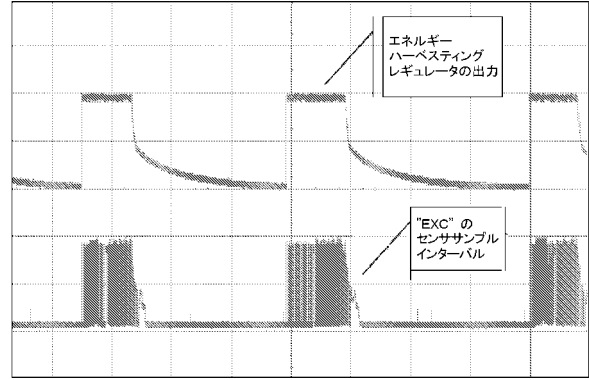
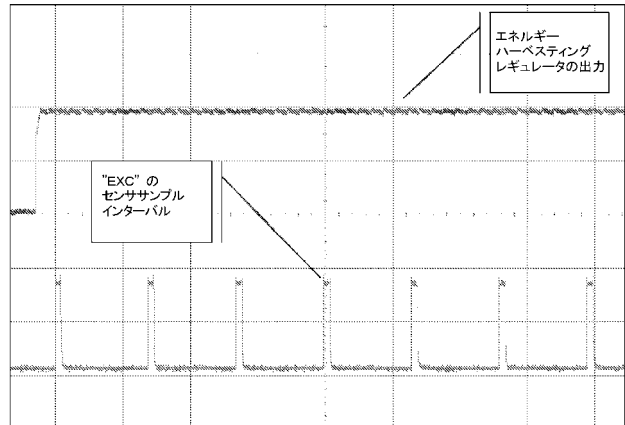


Fig. 3

【 図 4 】



【 図 5 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2017/039769
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06K 19/07(2006.01)i		
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) G06K 19/07; A61B 5/1455; H04B 1/16; H04Q 5/22		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) cKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: passive RFID, harvest energy, OBM, antenna, sensor		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011-0181399 A1 (RICHARD STEPHEN POLLACK et al.) 28 July 2011 See paragraphs [0002]-[0036], [0089]-[0142], [0199]-[0243]; claim 5: and figures 2-3, 7.	1-18
Y	US 8428676 B2 (EDWARD MCKENNA et al.) 23 April 2013 See column 4, lines 37-64; column 6, lines 41-55; and figures 2-4.	1-18
Y	US 2015-0083810 A1 (LARRY CHING et al.) 26 March 2015 See paragraphs [0022]-[0027]; and figures 1-2.	11,17
A	US 8115597 B1 (RONALD A. OLIVER et al.) 14 February 2012 See the entire document.	1-18
A	US 8326256 B1 (JAY A. KUHN) 04 December 2012 See the entire document.	1-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 26 December 2017 (26.12.2017)		Date of mailing of the international search report 26 December 2017 (26.12.2017)
Name and mailing address of the ISA/KR International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer LEE, Myung Jin Telephone No. +82-42-481-8474

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2017/039769

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011-0181399 A1	28/07/2011	None	
US 8428676 B2	23/04/2013	US 2011-245638 A1	06/10/2011
US 2015-0083810 A1	26/03/2015	US 2016-0275319 A1 US 9378448 B2	22/09/2016 28/06/2016
US 8115597 B1	14/02/2012	US 8344857 B1	01/01/2013
US 8326256 B1	04/12/2012	None	

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	G 0 6 K 19/07 0 9 0	
	G 0 6 K 19/07 2 3 0	

(81) 指定国・地域 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. ブルートゥース

(74) 代理人 100098501

弁理士 森田 拓

(74) 代理人 100116403

弁理士 前川 純一

(74) 代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74) 代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72) 発明者 ジョゼフ エム . レクトミラー

アメリカ合衆国 コロラド ソーントン クック ストリート 1 3 6 4 2

Fターム(参考) 5K012 AC01 AE13