

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3883555号
(P3883555)

(45) 発行日 平成19年2月21日(2007.2.21)

(24) 登録日 平成18年11月24日(2006.11.24)

(51) Int. Cl.		F I		
GO 1 L	17/00	(2006.01)	GO 1 L	17/00 3 O 1 P
B 6 O C	23/04	(2006.01)	B 6 O C	23/04 N
GO 1 L	9/12	(2006.01)	GO 1 L	9/12
GO 8 C	17/02	(2006.01)	GO 8 C	17/00 B

請求項の数 2 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2005-37262 (P2005-37262)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成17年2月15日 (2005.2.15)		松下電器産業株式会社
(62) 分割の表示	特願2002-326504 (P2002-326504)		大阪府門真市大字門真1006番地
	の分割	(74) 代理人	100109210
原出願日	平成14年11月11日 (2002.11.11)		弁理士 新居 広守
(65) 公開番号	特開2005-156569 (P2005-156569A)	(72) 発明者	玉井 誠一郎
(43) 公開日	平成17年6月16日 (2005.6.16)		大阪府門真市大字門真1006番地 松下
審査請求日	平成17年2月15日 (2005.2.15)		電器産業株式会社内
		審査官	鈴野 幹夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力計測システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧力変化により容量が変化するコンデンサと、アンテナコイルと、記憶素子とを含む圧力センサと、

前記圧力センサのコンデンサとアンテナコイルにより定まる共振周波数を検出するための周波数走査手段と、前記共振周波数を検出する共振周波数検出手段と、前記共振周波数から圧力に換算する圧力換算手段とから構成された圧力測定装置とを有し、

前記圧力測定装置により前記圧力センサの共振周波数を検出し、その周波数に基づいた圧力値を前記記憶素子に時間情報とともに履歴情報として書き込むことを特徴とする圧力計測システム。

【請求項2】

前記履歴情報を読み出す場合、前記圧力測定装置は前記圧力センサへ向けて電力搬送波信号を送信し、前記圧力センサの電源を供給した後さらに読み出し命令を送信し、さらに前記圧力センサから送信される圧力履歴を受信することを特徴とする請求項1記載の圧力計測システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧力を検知するための圧力検知センサと、圧力検知装置とを用いた圧力計測システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年圧力の自動検知の要望に応えるため、種々の圧力検知センサ、圧力検知装置およびこれらを用いた圧力検知システムが開発されている。ところで、自動車のタイヤの空気圧はいわゆる空気抜け等により自然に低下する一方、適正な空気圧が充填されて初めて十分な性能を発揮する。他方、ドライバーがタイヤの空気圧が適正值にあるかどうか走行前にエアゲージで測定することが望まれるが、このような作業が煩雑である。このような事情から、カーエレクトロニクスの分野でも、自動車のタイヤの空気圧自動チェックの要望に応えるためのシステムが従来から考案されている。

【0003】

従来のシステムは、例えば、タイヤ内に装着されるタイヤ側警報装置と、車体側警報装置と、報知装置とから構成される。

【0004】

タイヤ側警報装置は、タイヤの振動時にタイヤの空気圧の異常（空気圧低下、パンク）の有無を検知し、異常検知時にその異常を示す信号を無線で車体側警報装置に送信するものであって、タイヤの空気圧を検出する圧力センサ、タイヤの温度を検出する温度センサ、タイヤの振動を検出する振動センサの他、送信回路、制御回路等の能動部品や、能動部品に給電する電池、送信アンテナ等から構成される。

【0005】

車体側警報装置は、受信アンテナと、バンドパスフィルタと、増幅回路と、検波／復調回路と、制御回路とから構成され、タイヤ側警報装置から送信されてきた異常信号の内容（空気圧低下・パンク等）を判定して、報知装置を駆動する（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2000-355203号公報（明細書、第1図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記従来のシステムではタイヤ内の空気圧を検出するためには、圧力センサの他に能動部品や電池等が必要となる。したがって、圧力を検出する装置構成が複雑化し、コストアップするという問題があった。

【0007】

本発明は上記課題を解決し、構成が簡単で安価な圧力計測システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明に係る圧力計測システムにおいては、圧力変化により容量が変化するコンデンサと、アンテナコイルと、記憶素子とを含む圧力センサと、前記圧力センサのコンデンサとアンテナコイルにより定まる共振周波数を検出するための周波数走査手段と、前記共振周波数を検出する共振周波数検出手段と、前記共振周波数から圧力に換算する圧力換算手段とから構成された圧力測定装置とを有し、前記圧力測定装置により前記圧力センサの共振周波数を検出し、その周波数に基づいた圧力値を前記記憶素子に時間情報とともに履歴情報として書き込むことを特徴とする。

【0009】

また、本発明に係る圧力計測システムにおいては、前記履歴情報を読み出す場合、前記圧力測定装置は前記圧力センサへ向けて電力搬送波信号を送信し、前記圧力センサの電源を供給した後さらに読み出し命令を送信し、さらに前記圧力センサから送信される圧力履歴を受信することを特徴とすることができる。

【0010】

なお、本発明は、上記圧力センサと圧力測定装置とからなる圧力計測システムとして実現するだけでなく、システムを構成する圧力センサや、圧力測定装置として実現したり、

10

20

30

40

50

上記圧力測定装置を構成する特徴的な手段をステップとする圧力測定方法として実現したり、上記圧力測定装置を構成する特徴的な手段やステップをCPUに実行させる圧力測定プログラムとして実現したりすることができるのはいうまでもない。

【発明の効果】

【0011】

以上の説明から明らかなように、本発明に係る圧力計測システムによれば、圧力変化により容量が変化するコンデンサと、アンテナコイルと、記憶素子とを含む圧力センサと、前記圧力センサのコンデンサとアンテナコイルにより定まる共振周波数を検出するための周波数走査手段と、前記共振周波数を検出する共振周波数検出手段と、前記共振周波数から圧力に換算する圧力換算手段とから構成された圧力測定装置とを有し、前記圧力測定装置により前記圧力センサの共振周波数を検出し、その周波数に基づいた圧力値を前記記憶素子に時間情報とともに履歴情報として書き込むように構成されている。

10

【0012】

この構成によれば、圧力センサ自身の内部メモリに圧力履歴を記録するので、事後的に圧力履歴を管理することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

(実施の形態1)

図1は、実施の形態1における圧力計測システム（圧力測定システム、圧力検知システム）1を自動車のタイヤの空気圧測定に適用した場合の全体構成を示す図である。

20

【0014】

図1に示されるように、圧力測定システム1は圧力測定装置10と複数（図示4つ）の圧力センサ50a～50dとから構成される。圧力センサ50a～50dは、自動車の各タイヤ4a～4dの内面に取着される。各圧力センサ50a～50dは、アンテナコイルLと、このアンテナコイルLに並列に接続されるコンデンサCとの2つの受動素子で構成される共振回路を備える無線タグであって、圧力に依存して共振周波数が変化する構成となっている。なお、圧力センサ50a～50dは、どのセンサかを識別するため、共振周波数の圧力特性が互いに異なるように構成されている。すなわち、各圧力センサ50a～50dは、同じ圧力であってもその共振周波数が $f_1 < f_2 < f_3 < f_4$ のように異なるよう構成されている。

30

【0015】

圧力測定装置10は、圧力センサ50a～50dに対して圧力を測定するための電波を出射し、電波による電磁誘導によって非接触で圧力センサ50a～50dの共振回路を共振させ、その共振周波数の値によって圧力センサ50a～50dの圧力、すなわち各タイヤ4a～4dの空気圧を測定するものであって、付録とパネルに取着される測定装置本体11と、操作メニューや測定圧力や警告等を表示するためのLCD部22と、警告等を音で知らせるための車載スピーカ23とから構成される。

【0016】

図2は図1に示される圧力センサ50a～50dの外観図であり、図3は図2に示される圧力センサ50a～50dの平面図であり、図4は図3に示されるA-Aから見た断面図であり、図5は図3に示される圧力センサ50a～50dの周囲を切り欠いた場合における圧力センサ50a～50dの分解斜視図である。なお、圧力センサ50a～50dの構成が上記共振周波数が異なる点を除き同じであるので、圧力センサ50aを代表させてその構成を説明する。

40

【0017】

図2～図5に示されるように、圧力センサ50aは、略ひょうたん形状の平面体であって、上記Lを構成するアンテナコイル51と、上記Cを構成する一対の電極52、53と、電極52、53間に介装される弾性体54と、アンテナコイル51が形成される基材55と、これらアンテナコイル51、電極52、53、弾性体54、基材55を密封しつつ

50

周囲圧力を電極 5 2 , 5 3 の上下に印加するための密封包装部材 5 6 とから構成される。

【 0 0 1 8 】

アンテナコイルが形成される基材 5 5 は、電気絶縁性を有する薄いシート材で、一辺に凸部を有する略四角形状に形成される。基材 5 5 のほぼ中央には基材 5 5 の上面と下面とを電氣的に接続するためのランド 5 5 a が形成される。

【 0 0 1 9 】

密封包装部材 5 6 は、電気絶縁性および圧力に応じて伸縮する特性を有する薄い材料例えばゴム材で、アンテナコイル 5 1、電極 5 2 , 5 3、弾性体 5 4、基材 5 5 を密封しつつ周囲圧力を電極 5 2 , 5 3 の上下に印加する。

【 0 0 2 0 】

アンテナコイル 5 1 は、1本のストリップ線が複数回巻回されてなる。アンテナコイル 5 1 の一方端 5 1 a は、電極 5 2 と電氣的に接続される。アンテナコイル 5 1 の他方端は、ランド 5 5 a と対応する位置に配設される接続端子 5 1 b と電氣的に接続される。

【 0 0 2 1 】

電極 5 2 , 5 3 は、それぞれ正形状に形成され、弾性体 5 4 を挟んで対抗して配設される。

【 0 0 2 2 】

弾性体 5 4 は、電極 5 2 , 5 3 と同形状で、かつ所定の厚みに形成され、圧力に応じて厚みが増減する特性を有している。弾性体 5 4 としては、内部に気体を含む可逆的弾性材（例えば多孔質ゴム材やウレタン材などのスポンジ材や、ばね）が用いられる。なお、電極 5 2 , 5 3 間を気密室構造とし、電極 5 2 , 5 3 の一方（例えば、電極 5 3 ）をフランジ構造とすれば、可逆的弾性材をこの気密室で代替させることができる。しかも、この電極 5 3 で周囲圧力を直接受けることができるので、密封包装部材 5 6 を省略することもできる。

【 0 0 2 3 】

ここで、この実施の形態では、弾性体 5 4 としてスポンジ材が用いられた場合について、厚みが増減してもその比誘電率 ϵ_r の変化を無視できるものとして説明する。この結果、一対の電極 5 2 , 5 3 で、コンデンサ C が構成される。

【 0 0 2 4 】

一方、電極 5 3 は、リード線 5 3 a を介して、ランド 5 5 a と対応する位置に配設される接続端子 5 3 b と電氣的に接続される。両接続端子 5 1 b , 5 3 b は、ランド 5 5 a の位置においてかしめや圧接等によって電氣的に接続される。この結果、アンテナコイル 5 1 にこのコンデンサ C が並列に接続され、両者で共振回路が形成される。この共振回路は、圧力に応じて電極 5 2 , 5 3 間の距離が増減し、コンデンサ C の容量が増減することから、圧力に応じて共振周波数も増減する。それゆえ、圧力測定装置 1 0 から電波を出射して圧力センサ 5 0 a ~ 5 0 d の共振周波数を検知し、その共振周波数に対応する圧力を特定する。

【 0 0 2 5 】

弾性体 5 4 は、圧力に応じて厚みが増減する特性を有している。弾性体 5 4 は圧力に依存して厚みが増減することから、電極 5 2 , 5 3 間の間隔もこれに応じて増減し、コンデンサ C の容量も圧力に依存して増減することになる。

【 0 0 2 6 】

図 6 は、スポンジ材で形成された場合の弾性体 5 4 について、厚み（電極間距離）の圧力特性を示す図である。

【 0 0 2 7 】

弾性体 5 4 は電極 5 2 , 5 3 に上下から印加される圧力に応じて電極 5 2 , 5 3 間の距離 d を変える。すなわち、電極 5 2 , 5 3 に上下から印加される圧力が高くなると、厚み（電極間距離） d が小さくなる。

【 0 0 2 8 】

同図において厚み d は、圧力 1 0 0 k P a 下、例えば弾性体 5 4 がスポンジ材で厚みが

10

20

30

40

50

0.525 mmに形成された場合、0 kPaに下がると約0.55 mmに増し、この逆に200 kPaに上がると約0.5 mmに減少し、圧力に応じて変化することがわかる。また、圧力100 kPa下、同材で厚みが0.625 mmに形成された場合、その厚み（電極間距離）dは、0 kPaに下がると約0.65 mmに増し、この逆に200 kPaに上がると約0.6 mmに減少し、圧力に応じて変化することがわかる。また、圧力100 kPa下、同材で厚みが0.725 mmに形成された場合、その厚み（電極間距離）dは、0 kPaに下がると約0.75 mmに増し、この逆に200 kPaに上がると約0.7 mmに減少し、圧力に応じて変化することがわかる。さらに、圧力100 kPa下、同材で厚みが0.825 mmに形成された場合、その厚み（電極間距離）dは、0 kPaに下がると約0.85 mmに増し、この逆に200 kPaに上がると約0.8 mmに減少し、圧力に応じて変化することがわかる。

10

【0029】

図7は、図6の圧力特性を有するコンデンサC1～C4について、容量の圧力特性を示す図である。

【0030】

ただし、コンデンサCの電極52, 53が20 mm四方の正方形、電極間の距離を圧力100 kPa下、それぞれ0.525, 0.625, 0.725, 0.825 mmとし、弾性体54の比誘電率を1としている。

【0031】

同図においてコンデンサC1の容量は、例えば圧力0 kPaで6.439 pF、100 kPaで6.746 pF、200 kPaで7.083 pFであり、圧力に応じて変化することがわかる。また、コンデンサC2の容量は、例えば圧力0 kPaで5.449 pF、100 kPaで5.667 pF、200 kPaで5.902 pFであり、圧力に応じて変化することがわかる。また、コンデンサC3の容量は、例えば圧力0 kPaで4.722 pF、100 kPaで4.885 pF、200 kPaで5.059 pFであり、圧力に応じて変化することがわかる。さらに、コンデンサC4の容量は、例えば圧力0 kPaで4.167 pF、100 kPaで4.293 pF、200 kPaで4.427 pFであり、圧力に応じて変化することがわかる。

20

【0032】

図8は、圧力センサ50a～50dのアンテナコイルLとコンデンサCとからなる共振回路の共振周波数の圧力特性の一例を示す図である。ただし、アンテナコイルLのインダクタンスを3 μ Hとしている。

30

【0033】

同図において、圧力センサ50a～50dは、0 kPa～400 kPaの圧力範囲において、共振周波数の範囲がそれぞれ約33～36 MHz、約36～39 MHz、約39～42 MHz、約42～45 MHzになっている。

【0034】

この圧力特性の違いは、この実施の形態においては、圧力センサ50a～50dにおけるコンデンサCの電極間距離（弾性体54の厚み）特性の違い（つまり容量の違い）を持たせることにより容易に実現できる。このような圧力特性の違いにより1台の圧力測定装置10により圧力センサ50a～50dのいずれが共振しているのかを区別可能になる。なお、ここでは、電極間距離（弾性体54の厚み）特性の違いで圧力センサ50a～50dのいずれが共振しているのかを区別可能としているが、コンデンサCの面積の違いや、弾性体54の誘電率特性の違い（つまり容量の違い）や、アンテナコイルLの巻き数や直径の違い（つまりインダクタンスの違い）を持たせることにより実現してもよい。

40

【0035】

したがって、圧力センサ50a～50dは、それぞれ共振周波数の圧力特性が互いに異なっている。すなわち、圧力センサ50a～50dは、同じ圧力であっても共振周波数が異なるよう構成されている。

【0036】

50

例えば図9の実線に示すように、圧力が同じとき、圧力センサ50a~50dの共振周波数は、それぞれ f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 となっている。さらに、圧力センサ50a~50dは、利用される圧力範囲(例えば、100~300kPa)において、その圧力範囲内における共振周波数の範囲が重ならないような圧力特性を有している。

【0037】

図10は、図1に示される圧力測定装置10の外観構成を示す図である。

圧力測定装置10の装置本体11表面には、複数のボタンから構成される操作部21と、図示しないホスト等にデータを無線で送受信するためのアンテナ25等が設けられている。なお、操作部21には、例えば、圧力測定を指示するための測定ボタン21a、圧力を監視し特定圧力になれば警告することを指示するための監視ボタン21b、周期的に圧力測定して履歴を記録することを指示するための履歴ボタン21c、測定圧力の補正をするための補正ボタン21d、監視圧力や補正圧力などの圧力をセットするセットボタン21e、リセットするためのリセットボタン21fなどから構成される。

10

【0038】

LCD部22には、操作メニューや測定圧力や警告等が表示される。例えば、LCD部22には、後述する監視モードにおいては、前後左右のタイヤの空気圧や、その空気圧が適正であるか否かや、適正でない場合には空気補充の警告や、タイヤパンクの警告等が表示される。

【0039】

図11は、圧力センサ50a~50dおよび圧力測定装置10の電氣的構成を示す図である。

20

【0040】

各圧力センサ50a~50dは、図5に示した各パーツによって、アンテナコイルLと、圧力によって容量が変化するコンデンサCとからなるLC共振回路を有する無線タグである。

【0041】

圧力測定装置10は、大きく分けて入出力部20とコントロール部30とアンテナ部40とからなる。

【0042】

入出力部20は、操作部21と、LCD部22と、測定完了を音で知らせるためのスピーカ23と、測定完了を振動で知らせるためのバイモータ24と、測定した圧力の履歴情報その他のデータやコマンドをガソリンスタンド等に設置されたホストコンピュータ(図示せず)などに無線で送受信するためのアンテナ25と、ホストコンピュータとデータを送受信するためのレベルコンバータ26とを備える。

30

【0043】

コントロール部30は、その内部にプログラムを予め格納したROM、操作部21に操作されたボタン種別などのデータを一時的に保持するメモリ、プログラム実行時のワークエリアを提供するメモリ、時刻を計時するタイマ、プログラムを実行するCPU等により1チップで構成されるマイコン部31と、D/A変換部32と、印加電圧に応じた発振周波数の高周波信号を出力する発振器であるVCO(Voltage-Controlled

40

Oscillator)33と、アンテナ部40によって受信された電波を復調する復調部34と、A/D変換部35と、圧力センサ50a~50dの周波数対圧力特性を示す圧力テーブル36aと、圧力の履歴を格納するための履歴テーブル36bなどを記憶する不揮発性メモリ36とを備える。

【0044】

アンテナ部40は、VCO33から出力された信号を増幅する増幅器41と、増幅器41によって増幅された信号を出射する送信用アンテナコイル42と、圧力センサ50a~50dから電波を受信する受信用アンテナコイル43と、受信用アンテナコイル43によって受信された電気信号を増幅する増幅器44とを備える。

【0045】

50

図12は、圧力テーブル36aの一例を示す図である。

同図は、図8に示した周波数対圧力特性に基づいて作成され、工場出荷時などに格納され、適宜ユーザにより補正される。同図では便宜上、圧力間隔が不揃いであるが、1度あるいはそれ以下の間隔でよい。なお、圧力テーブル36aの代わりに、VCO33の入力電圧のデジタル値（つまりD/A変換部32の入力データ）と圧力との対応関係を示すテーブルとして構成してもよい。

【0046】

図13は、図11に示したマイコン部31の制御により圧力を測定する圧力測定装置10における各種の動作を示すフローチャートである。なお、図13においてステップS102、S104、S109、S114は同じサブルーチンである。

10

【0047】

マイコン部31は、まず、ユーザから操作部21を介して動作モードを指定する操作を受け付け、どの動作モードかを判断する（S101）。動作モードには、（A）その時点の圧力を測定する測定モード、（B）周期的に圧力を測定して測定圧力を履歴として蓄積する履歴モード、（C）指定した圧力に達したかどうかを監視する監視モード、（D）測定圧力の誤差を補正する補正モードなどがある。

【0048】

（A）測定モードの開始の操作がなされた場合、マイコン部31は、圧力センサ50a～50dの現在の圧力Pcを測定し（S102）、LCD部22に測定した圧力Pcを表示する（S103）。

20

【0049】

現在圧力Pcの測定処理は、図14に示すサブルーチンに従ってなされる。

同図において、マイコン部31は、D/A変換部32を介してVCO33に与える電圧を徐々に変化させることにより、送信用アンテナコイル42から出射される検知電波の周波数をスイープさせ（S120）、受信用アンテナコイル43によって受信された電波の受信レベルが最低となるときの周波数を特定し（S121、図12（a）参照）、圧力テーブル36aから特定された周波数に対応する圧力を読み出して現在の圧力Pcとする（S122）。

【0050】

ここで、送信周波数のスイープは、例えばマイコン部31から出力するデジタル値を、圧力テーブル36aの周波数の範囲で徐々に大きくすることにより、VCO33に入力される電圧を徐々に上げ、VCO33から出力される信号の周波数を徐々に上げることによりなされる。このようにして周波数をスイープすると、受信用アンテナコイル43によって受信された電波の受信レベルは、圧力センサ50a～50dの共振周波数の少し手前で一定値から急速に低下し（図15（a）参照）、共振周波数で最小となり、この周波数を超えると再び急速に増大し、一定値に戻る。すなわち、ディップが生じる。したがって、ディップ受信時におけるマイコン部31から出力するデジタル値から、共振周波数を簡単に特定し、さらに圧力テーブル36aに基づいて現在の圧力Pcを特定することができる。

30

【0051】

さらに、圧力測定装置10は、測定モードでは現在の圧力Pcをユーザに知らせる。現在圧力の測定は非接触でなされるので、タイヤ4a～4dの空気圧をユーザが圧力ゲージでいちいち測る手間をかけなくても、各タイヤ4a～4dの現在の圧力（空気圧）Pcを知ることができる。

40

【0052】

なお、LCD部22への測定圧力の表示と同時にスピーカ23、バイブモータ24により測定完了をユーザに報知してもよい。

【0053】

（B）履歴モードの開始の操作がなされた場合、マイコン部31は、圧力センサ50a～50dの現在の圧力Pcを測定し（S104）、測定した圧力を日時などの付随データ

50

とともに不揮発性メモリ 36 の履歴テーブル 36 b に記録 (追記) し (S 105)、さらに一定時間 (ここでは 3 分) 経過したか否かを判断する (S 106)。経過したと判断した場合には S 104 に戻り、同様に上記測定と上記追記を行う。このように履歴モードでは、履歴テーブル 36 b には、一定時間ごとの測定が附属情報とともに履歴として圧力情報が記録される。

【0054】

履歴モードの適用例として、タイヤ交換の際における空気補充の記録やメンテナンス保管記録の一部として圧力履歴を利用することができる。

【0055】

(C) 監視モード開始の操作がなされた場合、マイコン部 31 は、まず、ユーザによる任意の圧力を設定する操作を受け付け、受け付けた圧力を監視圧力 P_t として内部に保持し (S 107)、一定時間 (ここでは 1 分) 経過したか否かを判断する (S 108)。マイコン部 31 は、1 分経過した場合には、現在の圧力 P_c を測定し (S 109)、測定した圧力 P_c と保持している監視圧力 P_t との差分 P を算出し (S 110)、差分 P がしきい値 P_{1a} よりも小さいか否かを判定する (S 111a)。ここでしきい値 P_{1a} は、予め定められた値であって、例えば $P_{1a} = 190 \text{ kPa}$ などである。

10

【0056】

マイコン部 31 は差分 P がしきい値 P_{1a} よりも小さくない場合には (S 111a : no)、現在圧力がまだ監視圧力に達していない (図 12 (b) 参照) ものと判断してステップ S 108 に戻る。

20

【0057】

また、マイコン部 31 は差分 P がしきい値 P_{1a} よりも小さい場合には (S 111a : yes)、差分 P がしきい値 P_{1b} よりも小さいか否かを判定する (S 111b)。ここでしきい値 P_{1b} は、予め定められた値であって、例えば P_{1a} よりも低く、 $P_{1b} = 150 \text{ kPa}$ などである。

【0058】

また、マイコン部 31 は差分 P がしきい値 P_{1b} よりも小さくない場合には (S 111b : no)、現在の圧力 P_c が空気補充用の監視圧力 P_t に達したものと判断して、スピーカ 23 による音や、バイブモータ 24 による振動、アンテナ 25 からホストへの無線通信によって等によってその旨を警告し (S 112a)、ステップ S 108 に戻る。

30

【0059】

さらに、マイコン部 31 は差分 P がしきい値 P_{1b} よりも小さい場合には (S 111b : yes)、現在の圧力 P_c がタイヤパンク検知用の監視圧力 P_t に達したものと判断して、スピーカ 23 による音や、バイブモータ 24 による振動、アンテナ 25 からホストへの無線通信によって等によってその旨を警告する (S 112b)。

【0060】

このように、監視モードでは、圧力測定装置 10 はユーザにより任意に設定された監視圧力に達した時点でその旨を警告する。

【0061】

監視モードの適用例として、ユーザが適正圧力から外れる圧力を空気補充用の監視圧力 P_t として設定しておけば、警告後にガソリンスタンド等で空気をタイヤ 4a ~ 4d に補充することができ、再度適正圧力に保つことができる。

40

【0062】

また、監視モードの他の適用例として、監視圧力として、空気補充用の監視圧力より少し圧力例えば 150 kPa 程度の圧力を、ユーザが設定しておけば、タイヤの空気圧が監視圧力に達した時点でタイヤのパンクの警告することになる。この場合には、タイヤを傷つけない程度でスペアタイヤと交換作業をすることができ、パンクしたタイヤをわずかな補修で再使用することができる。これら監視圧力の値はユーザの任意なので、ユーザの嗜好に適した空気圧に設定することができる。

【0063】

50

さらに、監視モードの他の適用例として、圧力センサ 50 a ~ 50 d と同構成で共振周波数だけが異なる圧力センサをスペアタイヤ内に貼り付けた場合、スペアタイヤの空気圧が監視圧力に達した時点でスペアタイヤの空気補充の警告することになる。この結果、タイヤ交換時からスペアタイヤの性能を十分に発揮させることができる。

【0064】

(D) 補正モード開始の操作がなされた場合、マイコン部 31 は、まず、ユーザによる圧力センサ 50 a ~ 50 d の実際の圧力 P_a を入力する操作を受け付け、受け付けた圧力を監視圧力 P_t として内部に保持する (S113)。例えば、ユーザは圧力センサ 50 a ~ 50 d を既知の圧力にしておいた上で、その圧力を実際の圧力 P_a として入力する。

【0065】

10

ここで、既知の圧力として、例えば、ガソリンスタンド等でタイヤ 4 a ~ 4 d の空気圧をその自動車の適正空気圧 (例えば 200 kPa) の状態にしておけば、適正圧力の補正ができる。

【0066】

次に、マイコン部 31 は現在の圧力 P_c を測定し (S114)、測定された圧力 P_c と実際の圧力 P_a との差分 P を算出し (S115)、その差分 P がしきい値 P_2 よりも大きいかなかを判断する。ここで、しきい値 P_2 は誤差として許容可能な値で予め定められた値とする。

【0067】

差分 P がしきい値 P_2 以下である場合、つまり測定圧力 P_c が誤差の許容範囲にある場合には (S116: no)、マイコン部 31 は、補正モードを終了する。この場合圧力テーブル 36 a は補正の必要がない。

20

【0068】

差分 P がしきい値 P_2 よりも大きい場合、つまり誤差の許容範囲を超えた場合には (S117)、マイコン部 31 は、圧力テーブル 36 a を補正する (S118)。ここでの補正は、最も簡単な方法として、圧力テーブル 36 a の各欄における圧力値を、 P だけ差し引いた値に更新すればよい。

【0069】

このように、補正モードでは、圧力センサ 50 a ~ 50 d の繰り返し利用、経年変化等により共振周波数が当初よりもずれてしまい、誤差 P が許容できなくなったとしても、圧力テーブル 36 a をより正しい値に補正するので、精度を劣化させることなく現在圧力を測定することができる。

30

【0070】

以上の説明してきたように、本実施の形態 1 における圧力測定システム 1 によれば、圧力センサ 50 a ~ 50 d を貼り付けた測定対象物の圧力を非接触で測定することができる。

【0071】

なお、マイコン部 31 は、図 13 に示した監視モード処理 (S107 ~ 112 a, 112 b) の代わりに、マイコン部 31 の処理負荷が小さく、より速い周期で監視可能な処理として図 16 に示す別の監視モードの処理を行うようにしてもよい。

40

【0072】

図 16 において、マイコン部 31 は、監視圧力 P_t を受け付けた (S130) 後、圧力テーブル 36 a を参照して監視圧力 P_t に対応する周波数を決定し (S131)、一定時間 (ここでは 1 分) 経過するごとに、D/A 変換部 32、VCO 33 およびアンテナ部 40 を介して、当該周波数で電波を送信し (S133)、アンテナ部 40、復調部 34、A/D 変換部 35 を介してその送信時の受信レベルを測定し (S134)、受信レベルがしきい値 V_1 以下であれば (S135: yes)、警告をする (S136)。これは、圧力センサ 50 a ~ 50 d の圧力が監視圧力 P_t とは異なる圧力である場合には受信レベルが比較的大きく (図 17 の一点鎖線および破線参照)、圧力センサ 50 a ~ 50 d が監視圧力 P_t に達したときに受信レベルが最小になる (図 14 の実線参照) ことを利用している

50

。しきい値 V_1 は同図の最小の受信レベルよりもいくらか大きい値でよい。

【0073】

このように、図16の監視モード処理では、図13における周波数スイープが不要であり、監視圧力 P_t に対応する一つの周波数で電波を送信するので、一定時間ごとの処理（ $S133 \sim S135$ ）時間を大きく短縮することができる。それゆえ、図16の監視モード処理は、測定対象の圧力変化が速い場合により適している。

【0074】

また、上記の履歴モードにおいて、履歴をとる開始条件、終了条件を設定するようにしてもよい。例えば、開始条件または終了条件としては、ユーザが予め設定した時刻の到来、ユーザが予め設定した圧力または圧力範囲になったこととしてもよい。

10

【0075】

さらに、図13の $S105$ において、履歴を追加する条件を設定してもよい。例えば、測定圧力 P_c がユーザの予め設定した圧力範囲内（または範囲外）である場合のみ履歴に追加記録するようにしてもよい。

【0076】

また、上記履歴モードにおいて監視モードの警告をも行う（複合モードと呼ぶ）ようにしてもよい。その場合、図13の $S110 \sim S112$ のステップを、 $S105$ の直後に追加した構成とすればよい。

【0077】

（実施の形態2）

20

実施の形態1の圧力センサ50a～50dは受動的な素子だけで構成されていたが、本実施の形態では、圧力センサ自身が無線タグとして圧力履歴を内部に記録する構成について説明する。

【0078】

図18は、実施の形態2における圧力センサ70a～70dの外観を示す図である。

同図の圧力センサ70a～70dは、図1～図4に示した圧力センサ50a～50dと比べて、ICチップ60を追加した無線タグとなっている。

【0079】

図19は、圧力センサ70a～70dの機能的な構成を示すブロック図である。なお、圧力センサ70a～70dの構成が上記共振周波数が異なる点を除き同じであるので、圧力センサ70aを代表させてその構成を説明する。

30

【0080】

同図のように圧力センサ70aは、アンテナコイルLとコンデンサCとICチップ60からなる。アンテナコイルLおよびコンデンサCは図5と同様の構成である。

【0081】

ICチップ60は、電力生成部71、クロック再生部72、復調部73、変調部74、マイコン部75、メモリ76を備え、無線により外部から電力供給を受けて、データを送受信するよう構成されている。

【0082】

電力生成部71は、外部の圧力測定装置80からアンテナ部（アンテナコイルLおよびコンデンサC）を介して電力搬送電波を受信している間、電磁誘導方式、あるいは電磁結合方式によって誘起電力を生成して、ICチップ60内部に直流電源を供給する。そのため、電力生成部71は、内部に誘起電力を整流するダイオードや、整流された誘起電力の電圧を平滑化したり直流電力を蓄電するコンデンサや、一定の値（ V_{cc} ）に安定化するレギュレータなどを備える。ここで、電力搬送電波は、図20に示す電力搬送波A、ASK変調波Bなどの高周波信号である。

40

【0083】

クロック再生部72は、受信された電力搬送波からクロック信号を再生し、マイコン部75に供給する。

【0084】

50

復調部 73 は、アンテナ部を介して受信した高周波信号を復調することによりデータを取り出す。例えば、図 20 に示すような A S K 変調波 B を復調し、その結果をデータ C としてマイコン部 75 に出力する。

【 0 0 8 5 】

変調部 74 は、マイコン部 75 から入力されるデータに基づいて高周波信号を変調する。例えば図 20 に示すデータ D を B P S K 変調波 E にする。

【 0 0 8 6 】

マイコン部 75 は、復調部 73 により復調されたデータ C を解釈し、解釈の結果コマンドであれば、それに応じた応答または処理を実行する。コマンドには、受信データをメモリ 76 への書き込むことを指示するライトコマンドと、メモリ 76 のデータを読み出して、変調部 74、アンテナ部を介して送信することを指示するリードコマンド等がある。

10

【 0 0 8 7 】

メモリ 76 は、電力生成部 71 による電力供給がなくても消えることのない不揮発性メモリである。

【 0 0 8 8 】

図 21 は、本実施の形態における圧力測定装置 80 の機能的な構成を示すブロック図である。

【 0 0 8 9 】

同図の圧力測定装置 80 は、図 11 に示した圧力測定装置 10 と比較して、コントロール部 30 の代わりにコントロール部 81 を備えている点と異なり、圧力センサ 70 との間でコマンドおよびデータの送受信をするよう構成されている。以下、同じ構成要素は説明を省略して異なる構成要素を中心に説明する。

20

【 0 0 9 0 】

コントロール部 81 は、コントロール部 30 と比べて、新たに変調部 82 が追加された点と、復調部 34 の代わりに復調部 83 を備える点とが異なっている。また、マイコン部 31 内の R O M に格納されているプログラムも異なっている。

【 0 0 9 1 】

変調部 82 は、V C O 33 からの高周波信号をマイコン部 31 からのデータ C に基づいて変調し、アンテナ部 40 に出力する。ここでは、変調部 82 は、図 20 に示した A S K 変調を行うものとする。また、変調部 82 が無変調動作であれば、図 20 に示した電力搬送波 A が送信されることになる。周波数スイープにおいても同様に無変調である。

30

【 0 0 9 2 】

復調部 83 は、圧力センサ 70 からアンテナ部 40 を介して受信された電波を復調する。ここでは、B P S K 復調をするものとする。

【 0 0 9 3 】

マイコン部 31 は、R O M に格納されているプログラムの実行により、実施の形態 1 の機能に加えて、(1) 測定した圧力を圧力センサ 70 a ~ 70 d 内部に履歴情報として記録させる処理と、(2) 圧力センサ 70 a ~ 70 d 内部に記録された圧力履歴を読み出す処理とを行う。

【 0 0 9 4 】

(1) 圧力センサ 70 a ~ 70 d 内部に履歴情報を記録する処理

40

図 22 は、マイコン部 31 の制御により、圧力センサ 70 a ~ 70 d 内部に圧力履歴を記録させる処理を示すシーケンス図である。

【 0 0 9 5 】

同図の処理は、ユーザ操作に従って開始および終了する。開始の操作を受けて圧力測定装置 80 内のマイコン部 31 は、まず圧力センサ 70 a ~ 70 d の現在の圧力 P c を測定する (S 190)。現在圧力 P c の測定は、実施の形態 1 に示した図 11 の処理と同様に、マイコン部 31 が周波数スイープ (S 191) を行って、受信レベルが最小の周波数を求め、その周波数に基づいて圧力テーブル 36 a から現在の圧力を求める。

【 0 0 9 6 】

50

次に、マイコン部 31 は圧力センサ 70 a ~ 70 d に測定した現在圧力 P_c を圧力情報として送信する処理を行う (S 192)。具体的には、マイコン部 31 は、電力搬送波の送信を開始し (S 193)、圧力センサ 70 a ~ 70 d に電源が供給された状態にした後、変調部 82 およびアンテナ部 40 を介してライトコマンドを送信し (S 194)、続けて圧力情報 (現在圧力 P_c および日時など) を送信し (S 195)、所定時間経過後に電力搬送波の送信を停止する (S 196)。ここで、所定時間とは、圧力センサ 70 a ~ 70 d 内部のメモリ書き込み動作完了に十分な時間をいう。また、コマンドおよびデータ (圧力情報) は A S K 変調されたシリアルデータとして送信され、この送信時の A S K 変調波も電力搬送波として機能するので、圧力センサ 70 a ~ 70 d は電源が供給された状態になっている。

10

【0097】

さらに、圧力測定装置 80 内のマイコン部 31 は、一定時間 (同図では 10 分) 経過したとき (S 200) 上記の現在圧力 P_c 測定と圧力情報送信処理とを行う。これにより、一定時間 (10 分) 間隔の圧力情報を圧力センサ 70 に送信する。

【0098】

一方、圧力センサ 70 においてマイコン部 75 は、電源供給された状態になった後、コマンドを受信し (S 197)、解釈した結果ライトコマンドであることから、引き続きデータ受信を行い (S 198)、受信した圧力情報をメモリ 76 に履歴として記録 (追記) する (S 199)。メモリ 76 への追記は、上記の一定時間間隔において繰り返されるので、メモリ 76 には履歴として圧力情報が蓄積されていくことになる。

20

【0099】

(2) 圧力センサ 70 内部に記録された圧力履歴を読み出す処理

図 23 は、マイコン部 31 の制御により、圧力センサ 70 内部に記録された圧力履歴を圧力測定装置 80 に送信させる処理を示すシーケンス図である。なお、ここでは、図 22 におけるステップ S 191 等の図示が省略されている。

【0100】

同図の処理も、ユーザ操作に従って開始および終了する。開始の操作を受けて、圧力測定装置 80 内のマイコン部 31 は、圧力履歴読み出し処理を行う (S 201)。具体的には、マイコン部 31 は、電力搬送波信号 A (図 18 参照) の送信を開始し (S 202)、圧力センサ 70 を電源が供給された状態にした後、変調部 82 およびアンテナ部 40 を介してリードコマンドを送信し (S 203)、さらに、圧力センサ 70 から送信される圧力履歴を受信し (S 204)、受信完了後に、電力搬送波信号の送信を停止する (S 205)。これにより、圧力センサ 70 内部に蓄積されていた圧力履歴が圧力測定装置 80 に転送される。転送された圧力履歴は、さらに圧力測定装置 80 から外部のホストコンピュータにアンテナ 25 を介して無線で送信され、圧力測定の対象物の輸送管理などに役立てられる。

30

【0101】

以上説明してきたように本実施の形態における圧力測定システム 2 によれば、圧力センサ 70 自身の内部メモリに圧力履歴を記録しておき、さらに圧力測定装置 80 にその圧力履歴を転送することができる。

40

【0102】

なお、圧力センサ 70 内のメモリ 76 には圧力履歴に加えて、圧力測定対象物の I D (商品 I D) や、商品 (タイヤ) の交換日時、走行距離を付属情報として記録してもよく、また自動車であればエンジンの制御装置からこれらの付属情報を取得した上で記録してもよい。

【0103】

また、圧力測定装置 80 から圧力センサ 70 に対するコマンドは、上記のライトコマンド、リードコマンドに限らず、リセットコマンドやメモリクリアコマンドなどを設けてもよい。

【0104】

50

さらに、図 2 2、図 2 3 における圧力測定装置 8 0 と圧力センサ 7 0 との間のコマンドまたはデータ送受信に先立って、一方向または双方向に認証シーケンスを行うように構成してもよい。

【 0 1 0 5 】

また、暗号化したデータを送受信する構成としてもよい。こうすれば、圧力センサ 7 0 が無線タグとして利用される場合に営業秘密に関する事項も安全に記録することができる。

【 0 1 0 6 】

さらに、本実施の形態では、圧力測定装置 8 0 からの周波数スイープにより圧力センサ 7 0 の圧力を測定しているが、圧力センサ 7 0 自身が周波数スイープにより圧力を測定するよう構成してもよい。その場合の構成例として、図 1 9 の構成に加えて、ボタン電池や太陽電池などの電源部と、変調部 7 4 後段に周波数スイープして電波を送信するための送信アンテナと、メモリ 7 6 内部に上記の圧力テーブルとを追加し、マイコン部 7 5 において図 1 4 に示した圧力測定処理を行う構成とすればよい。その際、マイコン部 7 5 は、受信レベルが最小の周波数をもって共振周波数と特定する代わりに、共振回路における誘導電流が最大になる時点をもって共振周波数を特定するようにしてもよい。あるいは、誘導電流が最大になる時点前記共振回路の共振周波数を検知し、検知された共振周波数に基づいて圧力を特定する制御回路を設けてもよい。

【 0 1 0 7 】

(実施の形態 3)

上記実施の形態 1 に係る圧力センサ 5 0 a ~ 5 0 d においては、アンテナコイル 5 1 が 1 つの面上に平面的に形成されている。

【 0 1 0 8 】

このような構成では、圧力測定装置 1 0 のアンテナ面と、アンテナコイル 5 1 のなすタグ面とが平行になったときに最大の交信距離がえられる。言い換えれば、一定の距離の下では、アンテナ面とタグ面とが平行であるときに最大の電磁誘導が生じ、検出感度において方向依存性がある。このため、タグが傾いていると、電磁誘導が低下し、圧力測定に際して共振周波数の特定が困難になる可能性がある。

【 0 1 0 9 】

そこで、実施の形態 3 における圧力センサでは、アンテナコイルを立体的に形成することにより、上記の方向依存性の解消を図っている。

【 0 1 1 0 】

図 2 4 は、本実施の形態における圧力センサ 5 0 A の構成を示す図であり、特に図 2 4 (a) は圧力センサ 5 0 A の機械的構成の斜視図を、同図 (b) は圧力センサ 5 0 A の電氣的構成の回路図を、それぞれ示している。なお、ここではアンテナコイルの立体的な構成の説明に主眼があるので、図 2 4 (a) においては、コンデンサを構成する電極 5 2 , 5 3、弾性体 5 4 等の図示が省略されている。

【 0 1 1 1 】

この圧力センサ 5 0 A は、例えば 1 辺数 mm 程度と小型に形成された立方体 6 1 の隣接する 3 面にアンテナコイル $L_x \sim L_z$ をそれぞれ形成し、アンテナコイル $L_x \sim L_z$ を直列に接続することにより構成されている。この立方体 6 1 は、絶縁体材料で形成されている。

【 0 1 1 2 】

圧力測定装置 1 0 , 8 0 のアンテナ面がアンテナコイル L_x のなす面と平行である場合、このアンテナコイル L_x との間で電磁誘導が最も生じる。圧力測定装置 1 0 , 8 0 のアンテナ面がアンテナコイル L_y あるいはアンテナコイル L_z のなす面と平行である場合、このアンテナコイル L_y あるいはアンテナコイル L_z との間で最も電磁誘導が生じる。一方、圧力測定装置 1 0 のアンテナ面がアンテナコイル $L_x \sim L_z$ のなす面からそれぞれ傾いている場合、アンテナ面に対するアンテナコイル $L_x \sim L_z$ の平行成分を合算した分電磁誘導が生じる。すなわち、一定の距離の元では、アンテナ面とタグ面とがいかなる角度

10

20

30

40

50

をなしても常に、圧力測定装置 10 のアンテナ面があるアンテナコイルと平行であるときとほぼ同じ値の電磁誘導が生じる。このため、実施の形態 1 の場合に生じる電磁誘導の低下、方向依存性が解消され、共振周波数を確実に検出することができる。また、同図のアンテナコイルは、実施の形態 2 における圧力センサ 70 についても同様に適用できる。

【0113】

なお、上記実施の形態では、立方体の 3 面だけにアンテナコイル $L_x \sim L_z$ をそれぞれ形成したが、残りの 3 面にもアンテナコイル形成してもよい。

【0114】

また、上記実施の形態 3 では、平面にそれぞれ形成されたアンテナコイル $L_x \sim L_z$ を組み合わせることにより、3 次元的なアンテナコイルを形成したが、図 25 (a) に示されるように、凹面に 1 つのアンテナコイル L_1 を形成することにより 3 次元的なアンテナコイルを形成してもよい。また、凸面に 1 つのアンテナコイル L_1 を形成することにより 3 次元的なアンテナコイルを形成してもよいのはいうまでもない。このような簡易なアンテナコイル L_1 によっても、アンテナコイル $L_x \sim L_z$ とほぼ同様な効果を得ることができる。

【0115】

さらに、図 25 (b) に示されるように、球体 62 の中心を 3 次元直交座標の原点とする X, Y, Z 軸周りの球体表面に、アンテナコイル L_2, L_3, L_4 を形成し、アンテナコイル $L_2 \sim L_4$ を直列に接続するように構成してもよい。

【0116】

この場合においても、アンテナコイル $L_x \sim L_z$ の場合と同様に、実施の形態 1, 2 の場合に生じる電磁誘導の低下が解消され、共振周波数を確実に検出することができる。

【0117】

また、上記各実施の形態では圧力に依存して共振周波数が変化する共振回路を、圧力に依存して容量が変化するコンデンサ C により実現する例を説明したが、このコンデンサ C の代わりに、圧力に依存してインダクタンスが変化するコイル L を用いる構成としてもよい。その場合、形状記憶合金を材料として特定圧力における巻き線の間隔または直径と、他の圧力におけるそれらとが異なるコイルを利用してもよい。さらに、このコイルと圧力に依存して容量が変化するコンデンサ C とを組み合わせる共振回路を構成してもよい。この場合、特定圧力における共振周波数の変化を急峻にすることができる。

【0118】

なお、各実施の形態の図 13、14、16、22、23 に示したフローチャートまたはシーケンス図は、圧力測定装置 10、80 または圧力センサ 70 内のマイコンにおいてプログラムとして実現していることはいうまでもない。このプログラムは、CD などの記録媒体や電気通信回線を通して流通および配信可能である。

【0119】

また、圧力センサ 50a ~ 50d は、図 26 に示すように、密封包装部材 56 の下面にファスナーの一方の面（例えば、ループ材 59a）を貼着し、取り付け位置（タイヤ 4 の内面側）にファスナーの他方（例えば、フック材 59b）を貼着し、簡単に圧力センサ 50a ~ 50d を取着したり取り外したりすることができるように構成してもよい。圧力センサ 70a ~ 70d の場合についても同様である。

【0120】

なお、上記実施の形態においては圧力センサ 50a ~ 50d, 70a ~ 70d でタイヤ 4a ~ 4d の空気圧を検知するセンサとして実施したが、およそ一般の気体、液体等の圧力を検知するセンサとして用いることができる。また圧力測定装置 10, 80 と組み合わせ、気圧計、高度計、高度補正計、水深計、血圧計等の医療機器を実現できる。しかも、圧力センサ 50a ~ 50d の他に一般的な無線タグと併用すれば、圧力に関連する商品管理・物流管理、製造業の容器・パレット管理等と併用して圧力履歴による圧力管理も行うことができる。また、履歴モードの他の適用例として、圧力センサ 50a ~ 50d を化学実験用の試験管などの器具に貼り付けた場合、その容器で発熱を伴う化学反応の実験を

10

20

30

40

50

行う際に、圧力履歴をとることができ、加圧下における反動速度の算出に役立つ。

【0121】

以上のように、本発明の圧力センサは、圧力に依存して共振周波数が変化する共振回路を有する無線タグとして構成されている。

【0122】

この構成によれば、一般的な無線タグのわずかな改良で足り、圧力測定装置が無線で共振回路の共振周波数を特定し、共振周波数に基づいて無線タグの圧力を特定することにより、圧力を測定することができ、無線タグを応用して圧力センサとすることができるという効果がある。

【0123】

ここで、前記共振回路は外部からの検知電波を受信するアンテナコイルとコンデンサとからなり、前記コンデンサの容量を圧力変化に応じて変化させる容量変化手段を備える構成としてもよい。

【0124】

この構成によれば、この構成によれば、共振回路がコイルとコンデンサという受動回路からなるので、簡単な構成で、しかも安価かつ小型にすることができる。また、従来のシステムでは、圧力を検出する装置での煩雑な電池交換作業が必要であったが、本発明では受動部品だけで構成できるので、煩雑な電池交換作業が不要となり、メンテナンスフリーで永続的な使用が可能となる。

【0125】

また、前記容量変化手段は、前記コンデンサの電極間距離を圧力変化に応じて変化させる電極間距離変化手段で構成したり、前記電極間距離変化手段を弾性体で構成したり、弾性体を可逆的弾性材で構成したり、前記可逆的弾性材をスポンジ材やばねで構成したり、前記電極間距離変化手段を前記コンデンサの電極間を気密にする気密室で構成したりすることができる。

【0126】

この構成によれば、容量変化手段の種類によって、圧力センサの用途あるいは測定圧力の範囲に適した種々の周波数対圧力特性を容易に実現できる。

【0127】

また、上記の圧力測定装置は、さらに前記無線タグが特定圧力にあるときユーザ入力された当該特定圧力の値に従って、前記テーブルを補正する補正手段を有する構成としてもよい。

【0128】

この構成によれば、圧力測定の精度を劣化させることなく、測定圧力の信頼性を高めることができる。

【0129】

ここで、前記圧力測定装置は、さらに検知手段および特定手段により周期的に圧力を特定させるよう制御する制御手段と、周期的に特定された圧力を履歴としてメモリに記録する記録手段とを備える構成としてもよい。

【0130】

この構成によれば、圧力測定装置内のメモリに圧力履歴を記録するので、リアルタイムに圧力履歴を管理するのに適している。

【0131】

また、前記圧力測定装置は、さらに検知手段および特定手段により周期的に圧力を特定させるよう制御する制御手段と、周期的に特定された圧力を無線タグに送信し、無線タグ内のメモリに圧力を履歴として記録させる送信手段とを備える構成としてもよい。

【0132】

この構成によれば、圧力センサ自身の内部メモリに圧力履歴を記録するので、事後的に圧力履歴を管理するのに適している。

【0133】

10

20

30

40

50

さらに、本発明の圧力測定装置は、圧力に依存して共振周波数が変化する共振回路を備えた無線タグに対して特定周波数の電波を送受信する送信手段と、当該送信電波の反射波の受信レベルに応じて前記無線タグの圧力を判断する判別手段とを備える構成としてもよい。

【0134】

ここで、前記送信手段は、ユーザ入力された監視圧力に対応する共振周波数を前記特定周波数とし、前記判別手段は、前記受信レベルがしきい値よりも小さい場合は、無線タグがほぼ監視圧力にあると判断するようにしてよもよい。

【0135】

この構成によれば、周波数を変化させながら電波を送信するのではなく、監視圧力に対応する特定周波数の電波を送信してその反射波の受信レベルを判断するので、電波送信から圧力判断までの応答時間を速くすることができる。

10

【0136】

このように、本発明により、構成が簡単で小型かつ安価な圧力センサと、圧力測定装置とからなる圧力測定システムを利用するユーザは、例えば、タイヤの空気圧の低下やパンクの検知によって、素早い空気補充やタイヤ交換をすることによって、自動車の性能を最大に発揮したカーライフを過ごすことができる。したがって、本発明は、無線タグの応用範囲を広げ、圧力センサ、圧力測定装置、圧力測定システムが提供する価値を飛躍的に向上させるものであり、その実用的価値は極めて高い。

【産業上の利用可能性】

20

【0137】

本発明は、無線タグを応用した圧力測定システムに適している。

【図面の簡単な説明】

【0138】

【図1】実施の形態1における圧力測定システム1を自動車のタイヤの空気圧測定に適用した場合の全体構成を示す図である。

【図2】図1に示される圧力センサ50a～50dの外観図である。

【図3】図2に示される圧力センサ50a～50dの平面図である。

【図4】図3に示されるA-Aから見た断面図である。

【図5】図3に示される圧力センサ50a～50dの周囲を切り欠いた場合における圧力センサ50a～50dの分解斜視図である。

30

【図6】弾性体54について、厚み（電極間距離）の圧力特性を示す図である。

【図7】図6の圧力特性を有するコンデンサC1～C4について、容量の圧力特性を示す図である。

【図8】圧力センサ50a～50dの共振周波数の圧力特性の一例を示す図である。

【図9】圧力センサ50a～50dの受信レベルと共振周波数を示す図である。

【図10】図1に示される圧力測定装置10の外観構成を示す図である。

【図11】圧力センサ50a～50dおよび圧力測定装置10の電氣的構成を示す図である。

【図12】圧力テーブル36aの一例を示す図である。

40

【図13】図11のマイコン部31の制御により圧力を測定する圧力測定装置10における各種の動作を示すフローチャートである。

【図14】現在圧力Pcの測定処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図15】(a)スweepされる周波数と受信レベルを示す図である。(b)現在圧力と監視圧力における周波数と受信レベルを示す図である。

【図16】別の監視モード処理を示すフローチャートである。

【図17】監視圧力に対応する周波数と受信レベルを示す図である。

【図18】実施の形態2における圧力センサ70a～70dの外観を示す図である。

【図19】圧力センサ70a～70dの機能的な構成を示すブロック図である。

【図20】圧力センサ70a～70dと圧力測定装置80とで送受信される各種信号波形

50

を示す図である。

【図 2 1】圧力測定装置 2 の機能的な構成を示すブロック図である。

【図 2 2】マイコン部の制御により、圧力センサ I C チップ内部に圧力履歴を記録させる処理を示すシーケンス図である。

【図 2 3】マイコン部の制御により、圧力センサ I C チップに記録された圧力履歴を圧力測定装置に送信させる処理を示すシーケンス図である。

【図 2 4】(a) 圧力センサの機械的構成の斜視図を示す図である。(b) 圧力センサの電氣的構成の回路図を示す図である。

【図 2 5】圧力センサの他の機械的構成の斜視図を示す図である。

【図 2 6】下面にファスナーを有する圧力センサの外観図である。

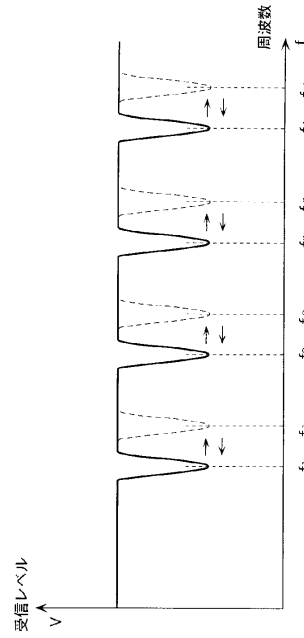
10

【符号の説明】

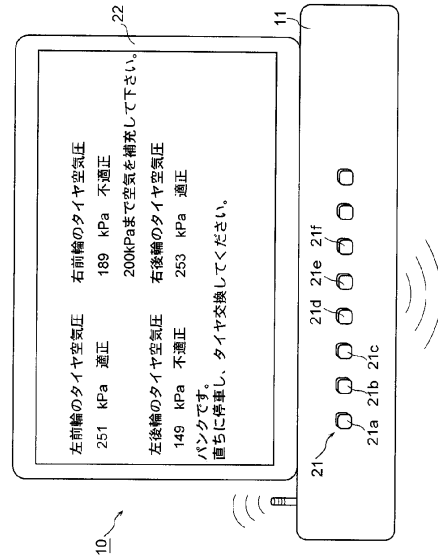
【 0 1 3 9 】

1 , 2	圧力測定システム	
4 a ~ 4 d	タイヤ	
1 0 , 8 0	圧力測定装置	
2 0	入出力部	
2 1	操作部	
2 1 a	測定ボタン	
2 1 b	監視ボタン	
2 1 c	履歴ボタン	20
2 1 d	補正ボタン	
2 1 e	セットボタン	
2 1 f	リセットボタン	
2 2	L C D 部	
2 3	スピーカ	
2 4	バイブモータ	
2 5	アンテナ	
2 6	レベルコンバータ	
3 0 , 8 1	コントロール部	
3 1 , 7 5	マイコン部	30
3 2	D / A 変換部	
3 3	V C O	
3 4 , 7 3 , 8 3	復調部	
3 5	A / D 変換部	
3 6	不揮発性メモリ	
3 6 a	圧力テーブル	
3 6 b	履歴テーブル	
4 0	アンテナ部	
4 1 , 4 4	増幅器	
4 2	送信用アンテナコイル	40
4 3	受信用アンテナコイル	
5 0 a ~ 5 0 d , 7 0 a ~ 7 0 d	圧力センサ	
5 1	アンテナコイル	
5 2 , 5 3	電極	
5 4	弾性体	
5 5	基材	
5 6	密封包装部材	
5 9 a	ループ材	
5 9 b	フック材	
6 0	I C チップ	50

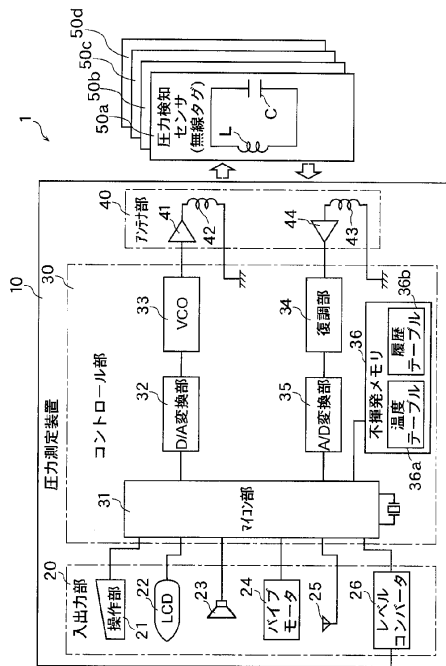
【図 9】



【図 10】



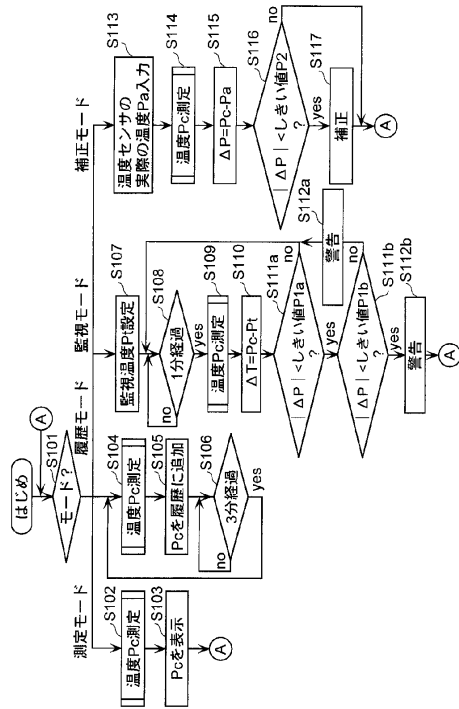
【図 11】



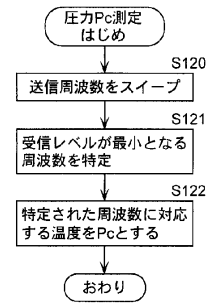
【図 12】

圧力センサ	f0 [Mhz]	P [kPa]
50a用	36.0	0
	34.5	200
	32.7	400
	39.0	0
50b用	37.8	200
	36.0	400
	42.0	0
	40.9	200
50c用	39.0	400
	45.0	0
	43.7	200
	42.0	400

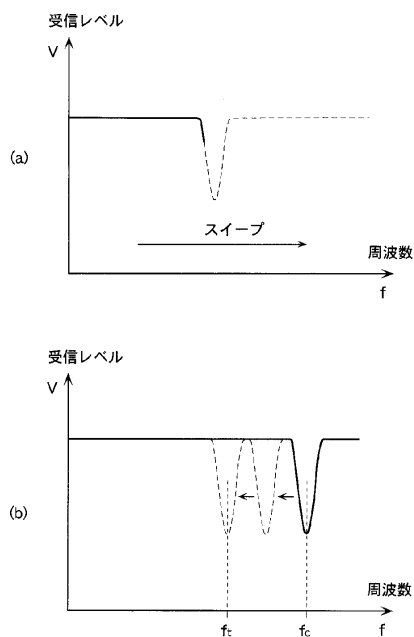
【図13】



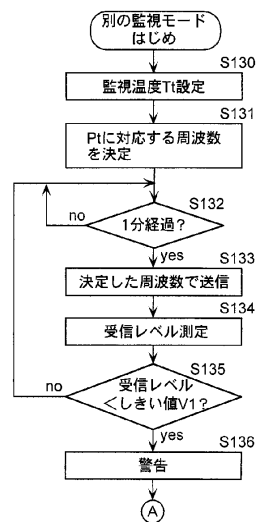
【図14】



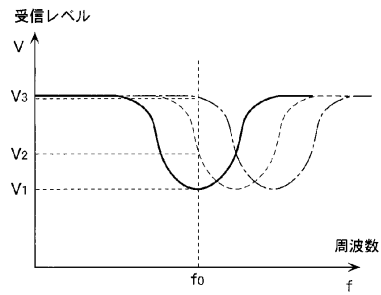
【図15】



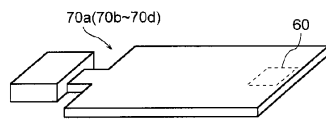
【図16】



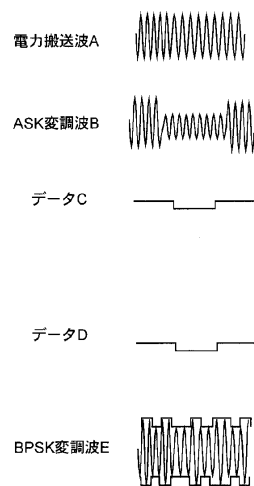
【図 17】



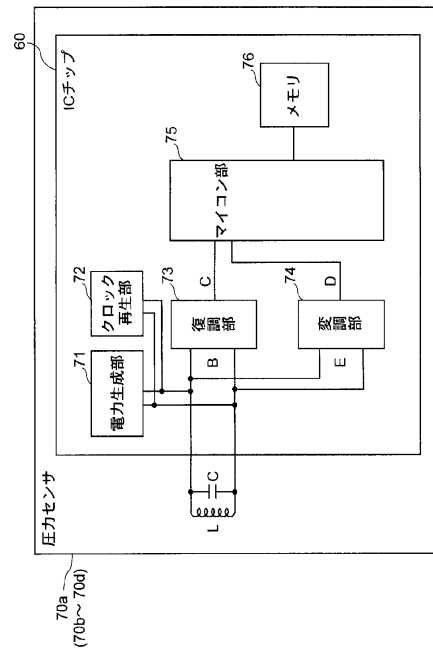
【図 18】



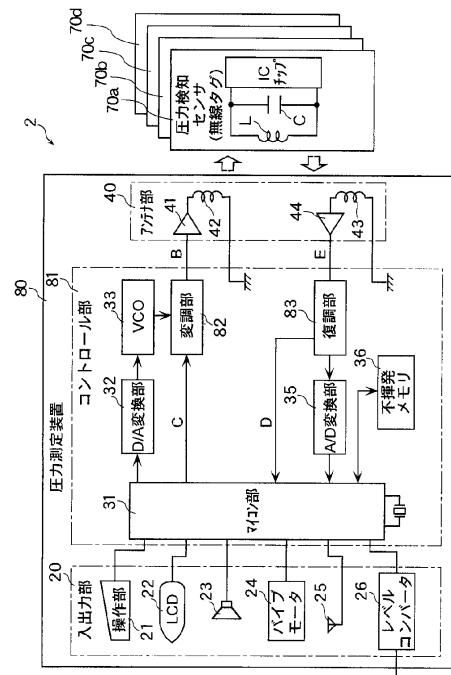
【図 20】



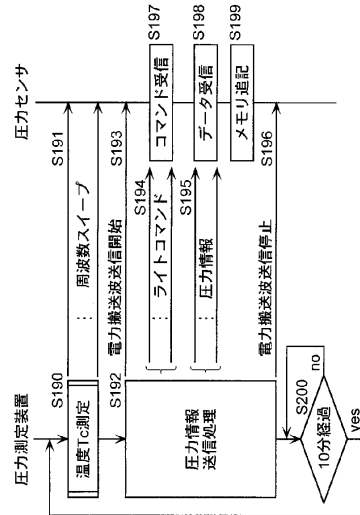
【図 19】



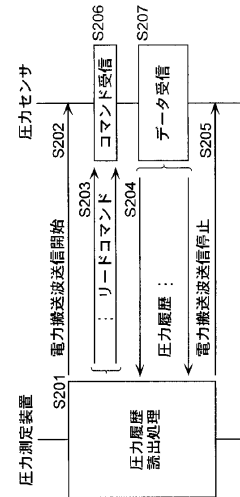
【図 21】



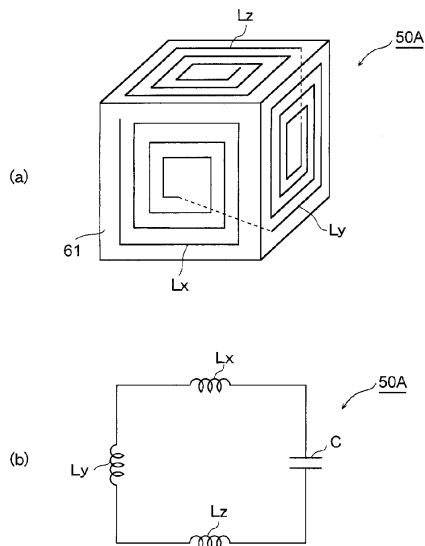
【図 2 2】



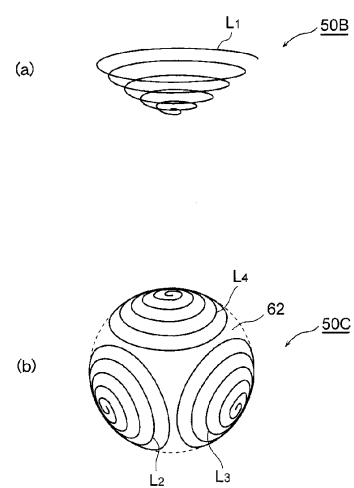
【図 2 3】



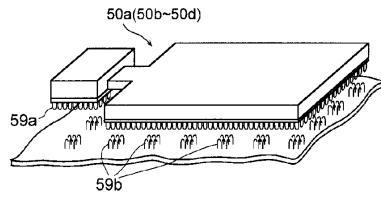
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 26】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 254730 (JP, A)
特開平07 - 146197 (JP, A)
特開2001 - 156527 (JP, A)
特開平11 - 297520 (JP, A)
特開2002 - 324292 (JP, A)
特開平10 - 019710 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 17/00
B60C 23/04
G01L 9/12
G08C 17/02