

(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2017-106830

(P2017-106830A)

(43) 公開日 平成29年6月15日(2017.6.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 R 27/02 (2006.01)	G O 1 R 27/02 A	2 G O 2 8
F O 1 N 3/023 (2006.01)	F O 1 N 3/023 K	3 G 1 9 0

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-241374 (P2015-241374)	(71) 出願人	000000170
(22) 出願日	平成27年12月10日 (2015.12.10)		いすゞ自動車株式会社
			東京都品川区南大井6丁目26番1号
		(74) 代理人	100166006
			弁理士 泉 通博
		(74) 代理人	100124084
			弁理士 黒岩 久人
		(74) 代理人	100154070
			弁理士 久恒 京範
		(72) 発明者	野田 正文
			神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内
		Fターム(参考)	2G028 AA01 BB06 BB07 CG06 CG07 CG08 CG18 DH05 FK01 FK09 GL07 MS03

最終頁に続く

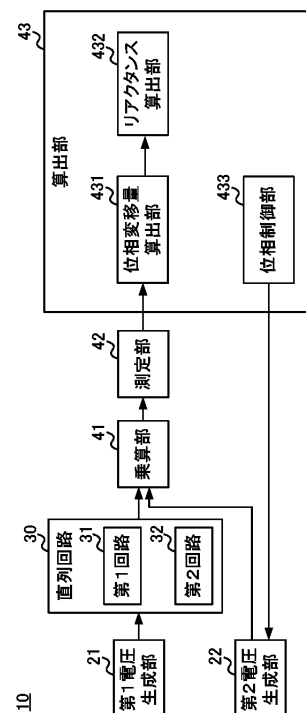
(54) 【発明の名称】 リアクタンス測定装置

(57) 【要約】

【課題】ノイズの影響を受けることを抑制することができるリアクタンス測定装置を提供する。

【解決手段】リアクタンス測定装置10は、第1抵抗器311を含む第1回路31と、リアクタンス素子を含む第2回路32と、を有する直列回路30と、第1交流電圧V1を生成して直列回路30に印加する第1電圧生成部21と、第1交流電圧V1に対して所定の位相差 α を有する第2交流電圧V2を生成する第2電圧生成部22と、第2交流電圧V2と第2回路電圧V_Lとを乗算して乗算電圧V_Xを生成する乗算部41と、乗算電圧V_Xの直流成分D_Cの電圧を測定する測定部42と、第1交流電圧V1に対する第2交流電圧V2の位相差 α と乗算電圧V_Xの直流成分D_Cの電圧との関係に基づいて位相変移量 θ を算出する位相変移量算出部431と、位相変移量 θ に基づいてリアクタンス素子のリアクタンスを算出するリアクタンス算出部432と、を備える。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 抵抗器を含む第 1 回路と、前記第 1 回路に直列に接続され、リアクタンス素子を含む第 2 回路と、を有する直列回路と、

所定の周波数を有する第 1 交流電圧を生成して前記直列回路に印加する第 1 電圧生成部と、

前記第 1 交流電圧と同一の周波数を有し、且つ前記第 1 交流電圧に対して所定の位相差を有する第 2 交流電圧を生成する第 2 電圧生成部と、

前記第 2 交流電圧と前記第 2 回路の電圧とを乗算して乗算電圧を生成する乗算部と、

前記乗算電圧の直流成分の電圧を測定する測定部と、

前記第 1 交流電圧に対する前記第 2 交流電圧の前記位相差と前記乗算電圧の前記直流成分の電圧との関係に基づいて、前記第 1 交流電圧に対する前記第 2 回路の電圧の位相変移量を算出する位相変移量算出部と、

前記位相変移量算出部が算出した、前記第 1 交流電圧に対する前記第 2 回路の電圧の位相変移量に基づいて、前記リアクタンス素子のリアクタンスを算出するリアクタンス算出部と、

を備える、リアクタンス測定装置。

【請求項 2】

前記第 2 回路は、前記リアクタンス素子に並列に接続された第 2 抵抗器を含む、請求項 1 に記載のリアクタンス測定装置。

【請求項 3】

前記第 2 回路は、前記リアクタンス素子を前記第 2 抵抗器に並列に接続する一対の電線を含む、請求項 2 に記載のリアクタンス測定装置。

【請求項 4】

前記リアクタンス素子は、内燃機関から排出される排気ガスの排出流路に設置されたディーゼルパーティキュレートフィルタ内に配置され、前記一対の電線を介して前記第 2 抵抗器に並列に接続された一対の電極を含む、請求項 3 に記載のリアクタンス測定装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、リアクタンス素子のリアクタンスを測定するリアクタンス測定装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、リアクタンス素子のリアクタンスを測定するリアクタンス測定装置が知られている。リアクタンス素子とは、容量性リアクタンスを有するコンデンサ、又は、誘導性リアクタンスを有するインダクタである。例えば特許文献 1 は、所定の角周波数におけるコンデンサの容量性リアクタンスを測定して、コンデンサの静電容量を算出する装置を開示している。

【0003】

特許文献 1 に記載の装置は、まず、所定の振幅を有する第 1 の交流電圧をコンデンサに印加し、この時にコンデンサに流れる電流を電圧信号に変換する。続いて、第 1 の交流電圧に対して位相を $\pi/2$ だけ進めた第 2 の交流電圧を、乗算回路を用いて上述の電圧信号に掛け合わせる。続いて、乗算回路の出力電圧における直流成分の電圧を測定し、直流成分の大きさとコンデンサの静電容量との間に成立する関係式に基づいて、コンデンサの静電容量を算出する。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開平 7 - 229941 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載の装置においては、直流成分の大きさとコンデンサの静電容量との間に成立する関係式に、第1の交流電圧の振幅の値、及び第2の交流電圧の振幅の値が現れる。このため、算出される静電容量の値が、第1の交流電圧又は第2の交流電圧に重畳するノイズの影響を受けやすい。

【0006】

そこで、本発明はこれらの点に鑑みてなされたものであり、ノイズの影響を受けることを抑制することができるリアクタンス測定装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明においては、第1抵抗器を含む第1回路と、前記第1回路に直列に接続され、リアクタンス素子を含む第2回路と、を有する直列回路と、所定の周波数を有する第1交流電圧を生成して前記直列回路に印加する第1電圧生成部と、前記第1交流電圧と同一の周波数を有し、且つ前記第1交流電圧に対して所定の位相差を有する第2交流電圧を生成する第2電圧生成部と、前記第2交流電圧と前記第2回路の電圧とを乗算して乗算電圧を生成する乗算部と、前記乗算電圧の直流成分の電圧を測定する測定部と、前記第1交流電圧に対する前記第2交流電圧の前記位相差と前記乗算電圧の前記直流成分の電圧との関係に基づいて、前記第1交流電圧に対する前記第2回路の電圧の位相変移量を算出する位相変移量算出部と、前記位相変移量算出部が算出した、前記第1交流電圧に対する前記第2回路の電圧の位相変移量に基づいて、前記リアクタンス素子のリアクタンスを算出するリアクタンス算出部と、を備える、リアクタンス測定装置を提供する。

20

【0008】

前記第2回路は、前記リアクタンス素子に並列に接続された第2抵抗器を含んでいてもよい。この場合、前記第2回路は、前記リアクタンス素子を前記第2抵抗器に並列に接続する一対の電線を含んでいてもよい。この場合、前記リアクタンス素子は、内燃機関から排出される排気ガスの排出流路に設置されたディーゼルパティキュレートフィルタ内に配置され、前記一対の電線を介して前記第2抵抗器に並列に接続された一対の電極を含んでいてもよい。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、リアクタンス測定装置におけるリアクタンス素子のリアクタンスの測定結果がノイズの影響を受けることを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】リアクタンス素子を含む回路を示す図である。

【図2】本実施形態に係るリアクタンス測定装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本実施形態に係るリアクタンス測定装置の構成を示す回路図である。

【図4】リアクタンス測定装置が組み込まれた車両を示す図である。

40

【図5】本実施形態の一変形例に係るリアクタンス測定装置の構成を示す回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

[測定原理]

まず、図1を参照して、本実施形態に係るリアクタンス測定装置がリアクタンス素子のリアクタンスを測定する原理について説明する。図1は、測定対象であるリアクタンス素子を含む回路を示す図である。本実施形態においては、リアクタンス素子が、静電容量Cを有するコンデンサ322である例を説明する。回路は、抵抗値R1を有する第1抵抗器311、抵抗値R2を有する第2抵抗器321、及び静電容量Cを有するコンデンサ322を含む。第1抵抗器311は、コンデンサ322に直列に接続される。第2抵抗器32

50

1 は、コンデンサ 3 2 2 に並列に接続される。

【 0 0 1 2 】

本実施形態においては、まず、式 (1) で表される正弦関数の第 1 交流電圧 V_1 を回路に印加する。

$$V_1 = a_1 \cdot \sin(\omega t) \cdots (1)$$

この場合、コンデンサ 3 2 2 の電圧 V_L は、式 (2) で表される。

$$V_L = b \cdot \sin(\omega t + \theta) \cdots (2)$$

θ は、コンデンサ 3 2 2 に起因する、第 1 交流電圧 V_1 に対する電圧 V_L の位相変移量を示す。

【 0 0 1 3 】

10

第 1 交流電圧 V_1 に対する電圧 V_L の位相変移量 θ と、角周波数 ω におけるコンデンサ 3 2 2 のリアクタンス X との間には、関係式 (3) が成立する。

$$\tan \theta = -R_1 R_2 / \{X(R_1 + R_2)\} \cdots (3)$$

式 (3) を変形することにより得られる式 (4) に示すように、位相変移量 θ が分かれば、コンデンサ 3 2 2 のリアクタンス X を算出することができる。

$$X = -R_1 R_2 / \{\tan \theta (R_1 + R_2)\} \cdots (4)$$

【 0 0 1 4 】

コンデンサ 3 2 2 のリアクタンス X と静電容量 C との間には、関係式 (5) が成立する。

$$X = 1 / (\omega C) \cdots (5)$$

20

従って、式 (6) に示すように、位相変移量 θ が分かれば、コンデンサ 3 2 2 の静電容量 C を算出することができる。

$$C = -\{\tan \theta (R_1 + R_2)\} / (\omega R_1 R_2) \cdots (6)$$

【 0 0 1 5 】

続いて、上述の位相変移量 θ を算出する方法について説明する。

まず、第 1 交流電圧 V_1 と同一の角周波数 ω を有し、且つ第 1 交流電圧 V_1 に対する位相差 α を有する第 2 交流電圧 V_2 を生成する。

$$V_2 = a_2 \cdot \sin(\omega t + \alpha) \cdots (7)$$

【 0 0 1 6 】

続いて、第 2 交流電圧 V_2 とコンデンサ 3 2 2 に印加される電圧 V_L とを乗算する。乗算の結果として得られる乗算電圧 V_X を式 (8) に示す。

30

$$V_X = (a_2 \cdot b / 2) \cdot \{\cos(\alpha - \theta) - \cos(2\omega t + \alpha - \theta)\} \cdots (8)$$

乗算電圧 V_X は、時間に応じて角周波数 2ω で変化する交流成分 AC と、時間に応じては変化しない直流成分 DC とを含む。

$$AC = -(a_2 \cdot b / 2) \cdot \cos(2\omega t + \alpha - \theta) \cdots (9)$$

$$DC = (a_2 \cdot b / 2) \cdot \cos(\alpha - \theta) \cdots (10)$$

【 0 0 1 7 】

続いて、乗算電圧 V_X から直流成分 DC を取り出して直流成分 DC の電圧を測定する。例えば、角周波数 2ω よりも十分に低いカットオフ周波数を有するローパスフィルタを用いることにより、乗算電圧 V_X から交流成分 AC を除去して、直流成分 DC の電圧を測定する。

40

【 0 0 1 8 】

式 (10) から分かるように、直流成分 DC の電圧は、 $(\alpha - \theta)$ の値に応じて、例えば以下のように変化する。

- ・ $(\alpha - \theta) = 0$ のとき極大値を示す。
- ・ $(\alpha - \theta) = \pi / 2$ の前後で正から負へ $DC = 0$ のラインと交差する。
- ・ $(\alpha - \theta) = \pi$ のとき極小値を示す。
- ・ $(\alpha - \theta) = 3\pi / 2$ の前後で負から正へ $DC = 0$ のラインと交差する。

従って、位相差 α と直流成分 DC の電圧との関係に基づいて、位相変移量 θ を算出することが可能である。例えば、直流成分 DC の電圧が極大値を示す位相差 α を探索して、位

50

相変移量 θ を算出することができる。

【 0 0 1 9 】

その他にも、位相差 α を $0 \sim 2\pi$ の範囲で変化させた場合に得られる直流成分 D C の電圧のデータを、最小二乗法などの方法で正弦関数に近似した結果に基づいて、位相変移量 θ を算出することもできる。

【 0 0 2 0 】

上述の方法で算出した位相変移量 θ に基づいて、式 (4) 及び式 (6) を用いてコンデンサ 3 2 2 のリアクタンス X 及び静電容量 C を算出することができる。

【 0 0 2 1 】

上述の方法によれば、位相差 α と直流成分 D C の電圧との間の相対的な関係に基づいて、位相変移量 θ を算出することができる。このため、位相変移量 θ の算出結果は、ノイズに起因する直流成分 D C の電圧の変動の影響、及び、直流成分 D C の電圧の測定誤差の影響を受けにくい。従って、コンデンサ 3 2 2 のリアクタンス X 及び静電容量 C を精度良く算出することができる。

【 0 0 2 2 】

[リアクタンス測定装置の構成]

以下、上述の測定原理に基づいてリアクタンス素子のリアクタンスを測定するリアクタンス測定装置の構成について説明する。図 2 は、本実施形態に係るリアクタンス測定装置 1 0 を示すブロック図である。また、図 3 は、本実施形態に係るリアクタンス測定装置 1 0 を示す回路図である。

【 0 0 2 3 】

リアクタンス測定装置 1 0 は、第 1 電圧生成部 2 1、第 2 電圧生成部 2 2、直列回路 3 0、乗算部 4 1、測定部 4 2、及び算出部 4 3 を備える。以下、リアクタンス測定装置 1 0 の各構成要素について説明する。

【 0 0 2 4 】

第 1 電圧生成部 2 1 は、例えばダイレクトデジタルシンセサイザ (D D S) を含む。第 1 電圧生成部 2 1 は、所定の角周波数 ω を有する第 1 交流電圧 V 1 を生成して直列回路 3 0 に印加する。

【 0 0 2 5 】

第 2 電圧生成部 2 2 は、第 1 交流電圧 V 1 と同一の角周波数 ω を有し、且つ、第 1 交流電圧 V 1 に対する所定の位相差 α を有する第 2 交流電圧 V 2 を生成する。第 2 電圧生成部 2 2 は、例えば、後述の M P U が I / O ポートを介して出力する制御情報に基づいて、位相差 α を $0 \sim 2\pi$ の任意の値に設定して、第 2 交流電圧 V 2 を生成することができる。

複数のコアを含む D D S を用いる場合、第 1 のコアを用いて第 1 交流電圧 V 1 を生成し、第 2 のコアを用いて第 2 交流電圧 V 2 を生成することができる。

【 0 0 2 6 】

直列回路 3 0 は、第 1 回路 3 1 及び第 2 回路 3 2 を含む。第 2 回路 3 2 は、第 1 回路 3 1 に直列に接続されている。図 3 に示すように、第 1 回路 3 1 は、上述の第 1 抵抗器 3 1 1 を含む。第 2 回路 3 2 は、上述の第 2 抵抗器 3 2 1 及びリアクタンス素子としてのコンデンサ 3 2 2 を含む。

【 0 0 2 7 】

乗算部 4 1 は、例えばアナログ乗算器である。乗算部 4 1 は、入力端子 X 1 と入力端子 X 2 との間の電圧と、入力端子 Y 1 と入力端子 Y 2 との間の電圧とを乗算して、乗算の結果として得られた乗算電圧 V X を出力端子 O U T から出力する。

【 0 0 2 8 】

乗算部 4 1 の入力端子 X 1 , X 2 は、コンデンサ 3 2 2 を含む第 2 回路 3 2 の電圧 V L を測定するよう第 2 回路 3 2 に接続されている。なお、「第 2 回路 3 2 の電圧」とは、少なくともコンデンサ 3 2 2 を間に挟む第 2 回路 3 2 の 2 点の間の電圧のことである。例えば、乗算部 4 1 の入力端子 X 1 , X 2 は、第 2 回路 3 2 のコンデンサ 3 2 2 の両端に接続されている。また、乗算部 4 1 の入力端子 Y 1 , Y 2 は、第 2 電圧生成部 2 2 の両端に接

10

20

30

40

50

続されている。このように接続された乗算部 4 1 を用いることにより、第 2 回路 3 2 の電圧（以下、第 2 回路電圧と称する） V_L と第 2 電圧生成部 2 2 の第 2 交流電圧 V_2 とを乗算した乗算電圧 V_X を得ることができる。

【0029】

測定部 4 2 は、例えばローパスフィルタ 4 2 1 及び A/D コンバータ 4 2 2 を含む。ローパスフィルタ 4 2 1 の入力端子は、乗算部 4 1 の出力端子 OUT に接続されており、ローパスフィルタ 4 2 1 の出力端子は、A/D コンバータ 4 2 2 の入力端子に接続されている。ローパスフィルタ 4 2 1 は、乗算電圧 V_X の角周波数 2ω よりも低いカットオフ周波数を有する。このため、ローパスフィルタ 4 2 1 は、交流成分 AC 及び直流成分 DC を有する乗算電圧 V_X から交流成分 AC を除去して直流成分 DC を A/D コンバータ 4 2 2 に入力することができる。A/D コンバータ 4 2 2 は、直流成分 DC の電圧を測定する。A/D コンバータ 4 2 2 は、直流成分 DC の電圧の測定結果をデジタル信号として算出部 4 3 に入力する。

10

【0030】

算出部 4 3 は、例えば、CPU 及び I/O ポートを有する MCU により実現される。算出部 4 3 は、図示しない記憶媒体に記憶されたプログラムを実行することにより、位相変移量算出部 4 3 1、リアクタンス算出部 4 3 2 及び位相制御部 4 3 3 として機能する。

【0031】

位相変移量算出部 4 3 1 は、第 1 交流電圧 V_1 に対する第 2 交流電圧 V_2 の位相差 α と乗算電圧 V_X の直流成分 DC の電圧との関係に基づいて、第 1 交流電圧 V_1 に対する第 2 回路 3 2 のコンデンサ 3 2 2 の第 2 回路電圧 V_L の位相変移量 θ を算出する。例えば、位相変移量算出部 4 3 1 は、直流成分 DC の電圧が極大値を示す位相差 α を探索して、位相変移量 θ を算出する。リアクタンス算出部 4 3 2 は、位相変移量算出部 4 3 1 が算出した位相変移量 θ に基づいて、上記の式（4）及び式（6）を用いてコンデンサ 3 2 2 のリアクタンス X 及び静電容量 C を算出する。

20

【0032】

位相制御部 4 3 3 は、第 1 交流電圧 V_1 に対する第 2 交流電圧 V_2 の位相差を制御する。具体的には、位相制御部 4 3 3 は、第 2 電圧生成部 2 2 に対して、第 2 電圧生成部 2 2 が出力する第 2 交流電圧 V_2 の位相差 α を設定する。位相制御部 4 3 3 は、例えば、出力ポートを介して、位相差 α に対応する制御情報を第 2 電圧生成部 2 2 に対して出力する。

30

【0033】

[リアクタンス測定装置の動作]

以下、リアクタンス測定装置 10 の動作について説明する。

まず、第 1 電圧生成部 2 1 は、第 1 交流電圧 V_1 を生成して直列回路 3 0 に印加する。この結果、直列回路 3 0 の第 2 回路 3 2 には、第 1 交流電圧 V_1 に対して位相変移量 θ を有する第 2 回路電圧 V_L が発生する。第 2 回路電圧 V_L は、乗算部 4 1 に入力される。

【0034】

続いて、第 2 電圧生成部 2 2 は、第 2 交流電圧 V_2 を生成して乗算部 4 1 に入力する。乗算部 4 1 は、第 1 交流電圧 V_1 と第 2 回路電圧 V_L とを乗算して乗算電圧 V_X を生成し、乗算電圧 V_X を測定部 4 2 のローパスフィルタ 4 2 1 に入力する。

40

【0035】

ローパスフィルタ 4 2 1 は、乗算電圧 V_X から交流成分 AC を除去して直流成分 DC を取り出して、直流成分 DC を A/D コンバータ 4 2 2 に入力する。A/D コンバータ 4 2 2 は、直流成分 DC の電圧を測定し、測定結果を算出部 4 3 に入力する。

【0036】

算出部 4 3 の位相変移量算出部 4 3 1 は、直流成分 DC の電圧が極大値を示す位相差 α を探索して、位相変移量 θ を算出する。リアクタンス算出部 4 3 2 は、位相変移量算出部 4 3 1 が算出した位相変移量 θ に基づいて、上記の式（4）及び式（6）を用いてコンデンサ 3 2 2 のリアクタンス X 及び静電容量 C を算出する。

【0037】

50

[リアクタンス測定装置の応用例]

次に、本実施形態に係るリアクタンス測定装置 10 の一応用例について説明する。ここでは、リアクタンス測定装置 10 を用いて、内燃機関から大気までの排気ガスの排出流路に設置されたディーゼルパティキュレートフィルタ（以下、DPF と称する）における煤などの粒子状物質（以下、PM と称する）の堆積量を検出する例について説明する。

【0038】

図 4 は、リアクタンス測定装置 10 が組み込まれた車両 1 を示す図である。図 4 に示す例においては、符号 323 で示す一对の電極が、リアクタンス測定装置 10 を用いてリアクタンス及び静電容量を測定する対象であるコンデンサ 322 に相当する。一对の電極は、例えば、DPF における PM の堆積量を検出するためのセンサーの電極である。

10

【0039】

一对の電極 323 は、DPF 63 における PM の堆積量と一对の電極 323 の間の静電容量とが一对一に対応するよう、構成されている。例えば、一对の電極 323 は、本件発明者らによる先願である特開 2011-153581 号公報の場合と同様に、半径方向において対向するように同心状に配置された一对の円筒状の電極である。その他にも、一对の電極 323 は、排気ガスの流れ方向において対向するように配置されたメッシュ状の電極であってもよい。

【0040】

以下、車両 1 の構成、及び、リアクタンス測定装置 10 を車両 1 に組み込むことの利点について説明する。

20

車両 1 は、リアクタンス測定装置 10、内燃機関 61、排出経路 62、及び DPF 63 を備える。リアクタンス測定装置 10 は、第 1 抵抗器 311、第 2 抵抗器 321 などの構成要素が搭載された回路基板を含んで構成されている。

【0041】

内燃機関 61 は、例えばディーゼルエンジンである。排出経路 62 は、内燃機関 61 で発生した排気ガスを排出する。DPF 63 は、排出経路 62 に設置されている。DPF 63 は、排気ガスに含まれる PM を捕集する。DPF 63 を昇温させることにより、DPF 63 に堆積した PM を燃焼させて除去することができる。

【0042】

DPF 63 の内部には、一对の電極 323 が配置されている。一对の電極 323 は、一对の電線 324 を介して、リアクタンス測定装置 10 の回路基板上の第 2 抵抗器 321 に並列に接続されている。電線 324 は、例えばワイヤハーネスである。電線 324 を介して回路基板上の第 2 抵抗器 321 と電極 323 とを接続することにより、DPF 63 の熱の影響が回路基板上に搭載されたリアクタンス測定装置 10 の構成要素に及ぶことを抑制することができる。

30

【0043】

一对の電極 323 の間には、排出経路 62 を流れる PM が堆積する。この場合、一对の電極 323 の間の静電容量は、一对の電極 323 の間に堆積している PM の堆積量に応じて変化する。従って、リアクタンス測定装置 10 を用いて一对の電極 323 の間の静電容量を測定することにより、一对の電極 323 の間における PM の堆積量を算出し、この結果に基づいて、DPF 63 の内部における PM の堆積量を推測することができる。また、DPF 63 の内部における PM の堆積量の推測値に基づいて、DPF 63 に堆積した PM を燃焼させるタイミングを適切に制御することができる。

40

【0044】

<本実施形態における効果>

本実施形態によるリアクタンス測定装置 10 は、まず、第 1 抵抗器 311 を含む第 1 回路 31 と、コンデンサ 322 を含む第 2 回路 32 と、を有する直列回路 30 に第 1 交流電圧 V_1 を印加して、コンデンサ 322 に起因する位相変移量 θ が第 1 交流電圧 V_1 に対して生じている第 2 回路電圧 V_L を得る。続いて、第 2 回路電圧 V_L と、第 1 交流電圧 V_1 に対する位相差 α を有する第 2 交流電圧 V_2 とを乗算して、時間に応じて角周波数 2ω で

50

変化する交流成分 A C と、時間に応じては変化しない直流成分 D C とを含む乗算電圧 V X を得る。続いて、ローパスフィルタなどを用いて、乗算電圧 V X から交流成分 A C を除去して直流成分 D C を取り出し、直流成分 D C の電圧を測定する。続いて、直流成分 D C の電圧と、第 1 交流電圧 V 1 に対する第 2 交流電圧 V 2 の位相差 α との関係に基づいて、コンデンサ 3 2 2 に起因する第 2 回路電圧 V L の位相変移量 θ を算出する。続いて、位相変移量 θ に基づいて、コンデンサ 3 2 2 のリアクタンス X 及び静電容量 C を算出する。

【 0 0 4 5 】

このように V L 、 V 2 の位相を解析してリアクタンス X 及び静電容量 C を算出する場合、リアクタンスの測定値は、 V 1 、 V 2 の振幅のばらつきに対して感度を持たない。したがって、十分な S N 比が得られる大きさの信号を発生することができればよく、振幅を制御する必要も、また経年変化による振幅の変化も考慮する必要が無いため、発振器の構造を簡便なものとすることができる。

また、 V 1 、 V 2 の振幅を測定する必要も無いので、ハードウェア、ソフトウェアの構成を簡略化できる。

【 0 0 4 6 】

また、直流成分 D C の電圧の V 1 に対する V 2 のある位相差における個々の測定値それ自体は、リアクタンス X 及び静電容量 C の値に直接反映されない。このため、ノイズに起因する直流成分 D C の電圧の変動の影響によってリアクタンス X 及び静電容量 C の算出値が変動することを抑制することができる。また、直流成分 D C の電圧の個々の測定誤差の影響によってリアクタンス X 及び静電容量 C の値の算出精度が低下することを抑制することができる。

【 0 0 4 7 】

また、リアクタンス測定装置 1 0 の第 2 回路 3 2 は、コンデンサ 3 2 2 に並列に接続された第 2 抵抗器 3 2 1 を含む。このため、ノイズに対する第 2 回路 3 2 のインピーダンスを低減することができるので、直流成分 D C に重畳するノイズの影響によってリアクタンス X 及び静電容量 C の算出値が変動することを抑制することができる。このような第 2 抵抗器 3 2 1 の作用は、一对の電線 3 2 4 を介してコンデンサ 3 2 2 が回路基板に接続されており、このため、電線 3 2 4 を介してノイズが第 2 回路電圧 V L に重畳しやすい場合に、特に顕著になる。

【 0 0 4 8 】

また、一对の電線 3 2 4 を介してコンデンサ 3 2 2 を第 2 抵抗器 3 2 1 に並列に接続することにより、第 1 抵抗器 3 1 1、第 2 抵抗器 3 2 1 などの回路素子を、コンデンサ 3 2 2 から遠ざけることができる。このため、第 1 抵抗器 3 1 1、第 2 抵抗器 3 2 1 などの回路素子が、コンデンサ 3 2 2 及びコンデンサ 3 2 2 の周囲の熱の影響を受けることを抑制することができる。従って、車両 1 の D P F 6 3 などの高温の部品の内部に配置された一对の電極 3 2 3 の間のリアクタンス X 及び静電容量 C を精度良く算出することができる。

【 0 0 4 9 】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更又は改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。そのような変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【 0 0 5 0 】

(リアクタンス素子がインダクタである例)

例えば、本実施形態においては、リアクタンスの測定対象となるリアクタンス素子が、静電容量 C を有するコンデンサ 3 2 2 である例を説明したが、これに限られることはない。リアクタンス測定装置 1 0 は、リアクタンス素子がインダクタである場合にも、そのリアクタンス X 及びインダクタンス L を測定することができる。以下、本変形例について、図 5 を参照して説明する。図 5 は、本変形例に係るリアクタンス測定装置 1 0 の構成を示す回路図である。

【 0 0 5 1 】

本変形例による回路は、抵抗値 R_1 を有する第 1 抵抗器 311、抵抗値 R_2 を有する第 2 抵抗器 321、及びインダクタンス L を有するインダクタ 325 を含む。第 1 抵抗器 311 は、インダクタ 325 に直列に接続される。第 2 抵抗器 321 は、インダクタ 325 に並列に接続される。インダクタ 325 の配置は、上述の本実施形態におけるコンデンサ 322 の配置と同一であるので、第 1 交流電圧 V_1 に対する第 2 回路電圧 V_L の位相変移量 θ とインダクタ 325 のリアクタンス X との間には、上記の関係式 (4) が成立する。

【0052】

コンデンサ 322 のリアクタンス X と静電容量 C との間には、関係式 (11) が成立する。

$$X = \omega L \cdots (11)$$

10

従って、上述の式 (4) 及び式 (11) を用いて、位相変移量 θ に基づいてインダクタ 325 のインダクタンス L を下記のように算出することができる。

$$L = -R_1 R_2 / \{ \omega \tan \theta (R_1 + R_2) \} \cdots (12)$$

【0053】

(リアクタンス測定装置のその他の応用例)

上述の本実施形態においては、リアクタンス測定装置 10 が車両 1 に組み込まれる例を示したが、リアクタンス測定装置 10 の応用例がこれに限られることはない。様々な用途において、リアクタンス測定装置 10 を用いてリアクタンス素子のリアクタンスを算出することができる。

20

【符号の説明】

【0054】

- 10 リアクタンス測定装置
- 21 第 1 電圧生成部
- 22 第 2 電圧生成部
- 30 直列回路
- 31 第 1 回路
- 311 第 1 抵抗器
- 32 第 2 回路
- 321 第 2 抵抗器
- 322 コンデンサ
- 323 電極
- 324 電線
- 325 インダクタ
- 41 乗算部
- 42 測定部
- 421 ローパスフィルタ
- 422 ADコンバータ
- 43 算出部
- 431 位相変移量算出部
- 432 リアクタンス算出部
- 433 位相制御部
- 61 内燃機関
- 62 排出経路
- 63 ディーゼルパティキュレートフィルタ (DPF)

30

40

フロントページの続き

Fターム(参考) 3G190 AA02 AA12 BA05 CA01 DA01 EA56