

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2013 年 12 月 27 日(27.12.2013)



(10) 国際公開番号  
**WO 2013/190733 A1**

- (51) 国際特許分類:  
**G01R 31/02** (2006.01) **B60L 3/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/084147
- (22) 国際出願日: 2012 年 12 月 28 日(28.12.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
PCT/JP2012/065478 2012 年 6 月 18 日(18.06.2012) JP
- (71) 出願人: 日立ビークルエナジー株式会社(HITA-  
CHI VEHICLE ENERGY, LTD.) [JP/JP]; 〒3128505  
茨城県ひたちなか市稲田 1 4 1 0 番地 Ibaraki  
(JP).
- (72) 発明者: 吉岡 雄二(YOSHIOKA, Yuji); 〒3128505  
茨城県ひたちなか市稲田 1 4 1 0 番地 日立  
ビークルエナジー株式会社内 Ibaraki (JP). 甲斐  
剛(KAI, Tsuyoshi); 〒3128505 茨城県ひたちなか市  
稲田 1 4 1 0 番地 日立ビークルエナジー株式  
会社内 Ibaraki (JP). 工藤 彰彦(KUDO, Akihiko);  
〒3128505 茨城県ひたちなか市稲田 1 4 1 0 番

地 日立ビークルエナジー株式会社内 Ibaraki  
(JP). 上田 昌宏(UEDA, Masahiro); 〒3128505 茨城  
県ひたちなか市稲田 1 4 1 0 番地 日立ビー  
クルエナジー株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 永井 冬紀(NAGAI, Fuyuki); 〒1000011 東  
京都千代田区内幸町 2 丁目 2 番 2 号 富国生命  
ビル 永井特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): 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,  
IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,  
LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

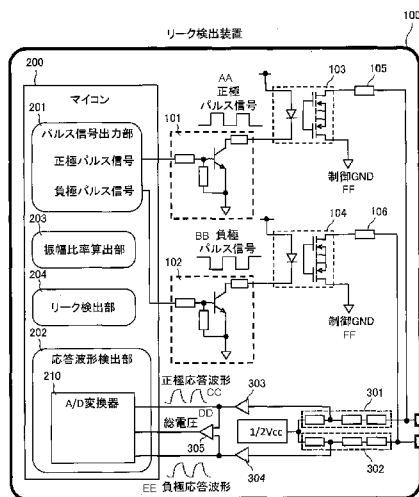
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,  
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ  
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: LEAK DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: リーク検出装置

[図2]



100... LEAK DETECTION DEVICE  
200... MICROCOMPUTER  
201... PULSE SIGNAL OUTPUT UNIT/POSITIVE ELECTRODE PULSE  
SIGNAL/NEGATIVE ELECTRODE PULSE SIGNAL  
202... RESPONSE WAVEFORM DETECTION UNIT  
203... AMPLITUDE RATIO CALCULATION UNIT  
204... LEAK DETECTION UNIT  
210... A/D CONVERTER  
AA... POSITIVE ELECTRODE PULSE SIGNAL  
BB... NEGATIVE ELECTRODE PULSE SIGNAL  
CC... POSITIVE ELECTRODE RESPONSE WAVEFORM  
DD... TOTAL VOLTAGE  
EE... NEGATIVE ELECTRODE RESPONSE WAVEFORM  
FF... CONTROL GND

(57) Abstract: This leak detection device is provided with a pulse signal output unit for respectively outputting predetermined pulse signals to the positive electrode connecting line connected to the positive electrode side of a battery and the negative electrode connecting line connected to the negative electrode side of the battery, a response waveform detection unit for detecting a positive electrode response waveform relative to the pulse signal outputted to the positive electrode connecting line and a negative electrode response waveform relative to the pulse signal outputted to the negative electrode connecting line, an amplitude ratio calculation unit for calculating the amplitude ratio on the basis of the positive electrode response waveform and the negative electrode response waveform, and a leak detection unit for detecting a leak between the battery and the ground on the basis of the amplitude ratio.

(57) 要約: リーク検出装置は、バッテリーの正極側に接続されている正極接続線およびバッテリーの負極側に接続されている負極接続線に所定のパルス信号をそれぞれ出力するパルス信号出力部と、正極接続線に出力されたパルス信号に対する正極応答波形と負極接続線に出力されたパルス信号に対する負極応答波形とを検出する応答波形検出部と、正極応答波形および負極応答波形に基づいて振幅比率を算出する振幅比率算出部と、振幅比率に基づいてバッテリーとグラウンドの間のリークを検出するリーク検出部とを備える。



(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), OAPI  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,  
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称：** リーク検出装置

**技術分野**

[0001] 本発明は、リーク検出装置に関する。

**背景技術**

[0002] 電気自動車等に搭載されたバッテリーおよび電源装置は、感電を防止するため、車体や他の回路に対して絶縁されている。こうしたバッテリーや電源装置の絶縁に関して、絶縁不良による漏電（リーク）を検出するリーク検出装置が従来提案されている。特許文献1には、組電池を用いたバッテリーとグラウンドの間における絶縁抵抗の一部の抵抗値を変化させ、このときの絶縁抵抗を検出することにより、リークの有無を検出する技術が開示されている。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0003] 特許文献1：日本国特開2010-19603号公報

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0004] 上記特許文献1に記載されている従来技術では、実使用時のバッテリー電圧の変動が想定されていない。そのため、インバータの動作等によりバッテリー電圧が変動すると、リークの有無を正しく検出することが困難な場合がある。

**課題を解決するための手段**

[0005] 本発明の一態様によるリーク検出装置は、バッテリーとグラウンドの間のリークを検出する装置であって、バッテリーの正極側に接続されている正極接続線およびバッテリーの負極側に接続されている負極接続線に所定のパルス信号をそれぞれ出力するパルス信号出力部と、正極接続線に出力されたパルス信号に対する正極応答波形と、負極接続線に出力されたパルス信号に対する負極応答波形とを検出する応答波形検出部と、正極応答波形および負極応答波形

に基づいて振幅比率を算出する振幅比率算出部と、振幅比率に基づいて、バッテリーとグラウンドの間のリークを検出するリーク検出部とを備える。

本発明の他の一態様によるリーク検出装置は、バッテリーとグラウンドの間のリークを検出する装置であって、バッテリーの正極側に接続されている正極接続線およびバッテリーの負極側に接続されている負極接続線に所定のパルス信号をそれぞれ出力するパルス信号出力部と、正極接続線および負極接続線とパルス信号出力部との間をそれぞれ絶縁する絶縁回路と、パルス信号出力部から絶縁回路を介して正極接続線に出力されたパルス信号に対する正極応答波形と、パルス信号出力部から絶縁回路を介して負極接続線に出力されたパルス信号に対する負極応答波形とを検出する応答波形検出部と、正極応答波形および負極応答波形に基づいて、バッテリーとグラウンドの間のリークを検出するリーク検出部と、パルス信号出力部から正極接続線および負極接続線にパルス信号がそれぞれ出力されたときの絶縁回路の出力電圧波形を、正極モニタ波形および負極モニタ波形として検出するモニタ波形検出部と、正極モニタ波形および負極モニタ波形に基づいて絶縁回路の状態を診断する絶縁診断部とを備える。

## 発明の効果

[0006] 本発明によれば、バッテリー電圧が変動しても、リークの有無を正しく検出することができる。

## 図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の一実施形態に係るリーク検出装置を含む電源装置の構成を示す図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係るリーク検出装置の構成を示す図である。

[図3]リークなし時の応答波形の例を示す図である。

[図4]正極側にリークが生じた時の応答波形の例を示す図である。

[図5]負極側にリークが生じた時の応答波形の例を示す図である。

[図6]リーク検出処理の流れを示すフローチャートである。

[図7]本発明の第2の実施形態に係るリーク検出装置の構成を示す図である。

[図8]フォトモスリレーが正常状態で正極側にリークが生じた時の応答波形の例を示す図である。

[図9]フォトモスリレーが短絡状態でリークが生じていない時の応答波形の例を示す図である。

[図10]フォトモスリレーが正常状態でリークが生じていない時の応答波形の例を示す図である。

[図11]正極側のフォトモスリレーが短絡している時のモニタ波形の例を示す図である。

[図12]負極側のフォトモスリレーが短絡している時のモニタ波形の例を示す図である。

[図13]フォトモスリレーが正常な時のモニタ波形の例を示す図である。

[図14]リークおよびリレー状態検出処理の流れを示すフローチャートである。

## 発明を実施するための形態

### [0008] (第1の実施形態)

以下、本発明の一実施形態について図面を用いて説明する。図1は、本発明の一実施形態に係るリーク検出装置を含む電源装置の構成を示す図である。この電源装置は、たとえば車両内に搭載されて使用されるものである。図1の電源装置は、モータ9と接続されており、バッテリー1および2、サービスディスコネクト(SD)スイッチ3、メインリレー4および5、プリチャージリレー6、プリチャージ抵抗7、インバータ8、およびリーク検出装置100を備える。

[0009] バッテリー1、2は、モータ9を駆動するための直流電力を発生してインバータ8に供給する。さらに、モータ9を発電機として動作させることにより発生された回生電力をバッテリー1、2に蓄電してもよい。たとえば、リチウムイオン電池等を用いた電池セルを複数個接続して、バッテリー1、2をそれぞれ構成することができる。バッテリー1とバッテリー2は、保守点検用のSDスイッチ3を介して互いに接続されている。保守点検時には、作業者の感電

を防止するため、SDスイッチ3を開くことによりバッテリー1とバッテリー2の間の接続が遮断される。

[0010] バッテリー1、2とインバータ8は、メインリレー4、5およびプリチャージリレー6を介して接続される。メインリレー4、5およびプリチャージリレー6の開閉状態は、不図示の制御装置によりそれぞれ制御される。バッテリー1とプリチャージリレー6の間には、プリチャージ抵抗7が設けられている。バッテリー1、2からインバータ8への通電開始時には、最初にメインリレー5とプリチャージリレー6が閉じられることにより、バッテリー1、2とインバータ8がプリチャージ抵抗7を介して接続される。これにより、バッテリー1、2からインバータ8へ流れる突入電流が制限され、メインリレー4、5およびプリチャージリレー6の接点が保護される。その後、メインリレー4が閉じられると共にプリチャージリレー6が開放されることで、バッテリー1、2とインバータ8がプリチャージ抵抗7を介さずに接続される。このようにして、メインリレー4、5およびプリチャージリレー6の開閉が制御されることにより、バッテリー1、2とインバータ8の接続状態が切り替えられる。

[0011] インバータ8は、ノイズ除去や電流平滑化のためのコンデンサ10、11および12と、IGBT回路13とを有する。IGBT回路13は、スイッチング素子としての複数のIGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）を内蔵している。各IGBTのスイッチング動作は、不図示の制御装置により制御される。これにより、バッテリー1、2から供給された直流電力が交流電力に変換され、モータ9へ出力される。また、モータ9により発生された交流回生電力が直流電力に変換され、バッテリー1、2において蓄電される。

[0012] リーク検出装置100は、バッテリー1、2とシャーシグランドとの間のリークを検出するための装置である。リーク検出装置100は、バッテリー1、2の正極側に接続されている正極接続線21と、バッテリー1、2の負極側に接続されている負極接続線22とを介して、バッテリー1、2とインバータ3

との間に接続されている。

[0013] 図2は、本発明の一実施形態に係るリーク検出装置100の構成を示す図である。リーク検出装置100は、トランジスタ回路101および102、フォトモスリレー103および104、リーク抵抗105および106、マイコン200、分圧抵抗部301および302、オペアンプ303および304、および差動アンプ305を備える。リーク抵抗105、106および分圧抵抗部301、302は、コネクタ110、111を介して、上記の正極接続線21、負極接続線22とそれぞれ接続されている。

[0014] マイコン200は、パルス信号出力部201、応答波形検出部202、振幅比率算出部203およびリーク検出部204を機能的に有する。マイコン200は、不図示のメモリに予め記憶された所定のプログラムを実行することにより、これらの各部に対応する機能を実現することができる。

[0015] パルス信号出力部201は、トランジスタと複数の抵抗素子を用いて構成されているトランジスタ回路101、102に対して、所定のパルス信号を正極パルス信号および負極パルス信号としてそれぞれ出力する。トランジスタ回路101、102は、これらのパルス信号がオン（Hレベル）の期間に応じて、フォトモスリレー103、104の入力側に設けられた発光ダイオードに所定の動作電流をそれぞれ流す。

[0016] フォトモスリレー103、104は、入力側に発光ダイオード、出力側にフォトMOSFETがそれぞれ設けられており、これらの間は電氣的に絶縁されている。フォトモスリレー103、104の入力側は、トランジスタ回路101、102を介して、マイコン200のパルス信号出力部201と接続されている。フォトモスリレー103、104の出力側は、リーク抵抗105、106およびコネクタ110、111を介して、正極接続線21、負極接続線22とそれぞれ接続されている。すなわち、リーク検出装置100において、フォトモスリレー103、104は、正極接続線21、負極接続線22とパルス信号出力部201との間をそれぞれ絶縁する絶縁回路として機能している。

[0017] 前述のように、パルス信号出力部201からトランジスタ回路101、102へ正極パルス信号および負極パルス信号が出力されると、これらの各パルス信号に応じた動作電流がフォトモスリレー103、104の発光ダイオードにそれぞれ流れる。この動作電流により、フォトモスリレー103、104において入力側の発光ダイオードが間欠的に発光すると、出力側のフォトMOSFETは、リーク抵抗105、106と制御グランドとの間の接続状態を発光タイミングに応じて切り替える。その結果、正極接続線21、負極接続線22は、リーク抵抗105、106を介して、断続的に制御グランドにそれぞれ接続される。このような動作により、パルス信号出力部201は、トランジスタ回路101、102、フォトモスリレー103、104およびリーク抵抗105、106を介して、正極パルス信号と負極パルス信号を正極接続線21、負極接続線22へそれぞれ出力することができる。

[0018] 上記のようにして、パルス信号出力部201から正極接続線21へ正極パルス信号が出力されると、正極接続線21では、正極パルス信号に応じた電圧変動が生じる。この電圧変動の波形（正極応答波形）は、バッテリー1、2の正極側とシャーシグランドとの間の絶縁抵抗に応じて変化する。同様に、パルス信号出力部201から負極接続線22へ負極パルス信号が出力されると、負極接続線22では、負極パルス信号に応じた電圧変動が生じる。この電圧変動の波形（負極応答波形）は、バッテリー1、2の負極側とシャーシグランドとの間の絶縁抵抗に応じて変化する。

[0019] 正極接続線21における正極応答波形と、負極接続線22における負極応答波形とは、分圧抵抗部301、302およびオペアンプ303、304を介して、マイコン200の応答波形検出部202にそれぞれ入力される。このとき、分圧抵抗部301、302により正極接続線21と負極接続線22の電圧をそれぞれ分圧することで、これらの電圧がオペアンプ303、304の動作範囲内となるようにする。さらに、分圧抵抗部301、302の各抵抗値を適切に選択することで、オペアンプ303、304を介してマイコン200へ入力される正極応答波形および負極応答波形が、いずれもマイコ

ン 200 の入力電圧範囲内に収まるようにする。なお、分圧抵抗部 301 と分圧抵抗部 302 の間の電圧は、マイコン 200 に対する入力電圧範囲の上限である  $V_{cc}$  電圧の  $1/2$  となるように設定されている。

[0020] 応答波形検出部 202 は、A/D 変換器 210 を内蔵しており、この A/D 変換器 210 を用いることで、分圧抵抗部 301、302 およびオペアンプ 303、304 を介して入力された正極応答波形および負極応答波形をデジタル値としてそれぞれ取り込む。これにより、応答波形検出部 202 において正極応答波形および負極応答波形を検出することができる。さらに、応答波形検出部 202 は、A/D 変換器 210 を用いて、差動アンプ 305 から出力される正極応答波形と負極応答波形の差分、すなわち正極接続線 21 と負極接続線 22 の間の電圧を取り込むことで、バッテリー 1、2 の総電圧を検出することもできる。

[0021] 振幅比率算出部 203 は、応答波形検出部 202 により検出された正極応答波形および負極応答波形に基づいて、バッテリー 1、2 とシャージグランドとの間のリーク状態に応じた振幅比率を算出する。リーク検出部 204 は、振幅比率算出部 203 により算出された振幅比率に基づいて、バッテリー 1、2 とシャージグランドとの間のリークを検出する。なお、振幅比率算出部 203 による振幅比率の算出方法と、リーク検出部 204 によるリークの検出方法については、後で詳細に説明する。

[0022] 次に、応答波形検出部 202 により検出される応答波形の例について説明する。図 3 は、正常時、すなわちリークなし時の応答波形の例を示す図である。一方、図 4、5 は、異常時、すなわちリーク発生時の応答波形の例をそれぞれ示している。図 4 は、正極側にリークが生じた時の応答波形の例を示す図であり、図 5 は、負極側にリークが生じた時の応答波形の例を示す図である。ここでは、正極パルス信号および負極パルス信号として、オン（H レベル）とオフ（L レベル）を 0.5 秒ごとに繰り返すパルス信号を、パルス信号出力部 201 から正極接続線 21、負極接続線 22 へそれぞれ出力した場合の応答波形例を示している。

[0023] 図3～5の各応答波形において、上側の波形は正極応答波形を、下側の波形は負極応答波形をそれぞれ示している。また、正極応答波形の振幅を $V_a p$ 、負極応答波形の振幅を $V_a n$ とそれぞれ表している。さらに、正極応答波形の極大値（最大値）と負極応答波形の極大値（最大値）との差分を $V_1$ 、正極応答波形の極小値（最小値）と負極応答波形の極小値（最小値）との差分を $V_2$ とそれぞれ表している。

[0024] 図3～5の各応答波形を比較すると、図3のリークなし時の応答波形に比べて、図4、5のリーク発生時の応答波形では、正極応答波形の振幅 $V_a p$ および負極応答波形の振幅 $V_a n$ が減少している。一方、上記の差分 $V_1$ および $V_2$ については、図3のリークなし時の応答波形と、図4、5のリーク発生時の応答波形との間で、特に変化は見られない。すなわち、リーク発生時には、正極応答波形と負極応答波形において振幅のみがそれぞれ変化し、これらの間の差分、すなわち正極接続線21と負極接続線22の間の電位差については変化しない。

[0025] 振幅比率算出部203は、図3～5の各応答波形に示した正極応答波形の振幅 $V_a p$ および負極応答波形の振幅 $V_a n$ と、差分 $V_1$ および $V_2$ とに基づいて、下記の式（1）により、振幅比率 $R_v$ を算出する。算出された振幅比率 $R_v$ は、振幅比率算出部203からリーク検出部204に送られる。

$$R_v = (V_a p + V_a n) / (V_1 + V_2) \quad \cdots (1)$$

[0026] ここで、リーク発生時には前述のように、正極応答波形の振幅 $V_a p$ および負極応答波形の振幅 $V_a n$ がリークなし時に比べて減少する。一方、差分 $V_1$ および $V_2$ については変化しない。したがって、上記の式（1）で算出される振幅比率 $R_v$ は、バッテリー1、2とシャーシグランドとの間のリーク状態に応じて変化し、リーク発生時には正常時よりも小さな値となることが分かる。これを利用することで、リーク検出部204において、振幅比率 $R_v$ の値からバッテリー1、2とシャーシグランドとの間におけるリークの有無を検知することができる。

[0027] 図6は、上記のようにしてリークの有無を検出する際に、マイコン200

において実行されるリーク検出処理の流れを示すフローチャートである。

- [0028] ステップS 10において、マイコン200は、パルス信号出力部201により、正極パルス信号および負極パルス信号として、所定のパルス信号を出力する。パルス信号出力部201から出力された正極パルス信号は、トランジスタ回路101、フォトモスリレー103およびリーク抵抗105を介して、正極接続線21へ出力される。また、パルス信号出力部201から出力された負極パルス信号は、トランジスタ回路102、フォトモスリレー104およびリーク抵抗106を介して、負極接続線22へ出力される。
- [0029] ステップS 20において、マイコン200は、応答波形検出部202により、ステップS 10で出力された正極パルス信号および負極パルス信号に対する応答波形を、正極応答波形および負極応答波形として検出する。このとき、正極応答波形は、正極接続線21から分圧抵抗部301およびオペアンプ303を介してA/D変換器210に入力され、応答波形検出部202において検出される。また、負極応答波形は、負極接続線22から分圧抵抗部302およびオペアンプ304を介してA/D変換器210に入力され、応答波形検出部202において検出される。
- [0030] ステップS 30において、マイコン200は、振幅比率算出部203により、ステップS 20で検出された正極応答波形および負極応答波形から、正極応答波形の振幅 $V_{ap}$ および負極応答波形の振幅 $V_{an}$ を算出する。たとえば、ステップS 20で検出された所定周期分の正極応答波形および負極応答波形において、各周期での振幅をそれぞれ求め、これらの平均値をそれぞれ算出することにより、正極応答波形の振幅 $V_{ap}$ および負極応答波形の振幅 $V_{an}$ を算出することができる。このとき、ステップS 10で出力された正極パルス信号および負極パルス信号におけるオンオフのタイミングから、正極応答波形および負極応答波形におけるオンオフのタイミングを決定してもよい。
- [0031] ステップS 40において、マイコン200は、振幅比率算出部203により、ステップS 20で検出された正極応答波形および負極応答波形から、正

極応答波形の極大値（最大値）と負極応答波形の極大値（最大値）との差分  $V_1$  と、正極応答波形の極小値（最小値）と負極応答波形の極小値（最小値）との差分  $V_2$  とを算出する。たとえば、ステップ S 20 で検出された所定周期分の正極応答波形および負極応答波形において、各周期での正極応答波形の極大値および極小値と、各周期での負極応答波形の極大値および極小値とを求め、これらの差分を各周期について算出する。そして、算出された各周期の差分に対して平均値を算出することにより、上記の差分  $V_1$ 、 $V_2$  を算出することができる。

[0032] なお、ステップ S 30 とステップ S 40 を分けずに、一連の処理で同時に実行してもよい。たとえば、ステップ S 20 で検出された正極応答波形および負極応答波形から、正極応答波形の極大値（最大値）および極小値（最小値）と、負極応答波形の極大値（最大値）および極小値（最小値）とを求める。そして、正極応答波形の極大値（最大値）と極小値（最小値）の差分から正極応答波形の振幅  $V_{ap}$  を算出すると共に、負極応答波形の極大値（最大値）と極小値（最小値）の差分から負極応答波形の振幅  $V_{an}$  を算出する。また、正極応答波形の極大値（最大値）と負極応答波形の極大値（最大値）の差分  $V_1$  と、正極応答波形の極小値（最小値）と負極応答波形の極小値（最小値）の差分  $V_2$  とを算出する。このとき、前述のステップ S 30、S 40 と同様に、所定周期分の正極応答波形および負極応答波形を用いて、各周期の平均値を算出してもよい。

[0033] ステップ S 50 において、マイコン 200 は、振幅比率算出部 203 により、ステップ S 30、S 40 の算出結果を基に、前述の式（1）を用いて振幅比率  $R_v$  を算出する。

[0034] ステップ S 60 において、マイコン 200 は、リーク検出部 204 により、ステップ S 50 で算出された振幅比率  $R_v$  を所定の閾値  $R_{th}$  と比較し、振幅比率  $R_v$  が閾値  $R_{th}$  未満であるか否かを判定する。この判定に用いられる閾値  $R_{th}$  は、リークが生じていない正常時の振幅比率  $R_v$  よりも小さな値であり、図 4、5 で例示したようなリーク発生時の応答波形に応じて予

め設定される。ステップS 6 0の判定の結果、振幅比率 $R_v$ が閾値 $R_{th}$ 未満であると判定した場合はステップS 7 0へ進み、そうでない場合は図6のフローチャートに示すリーク検出処理を終了する。

[0035] ステップS 7 0において、マイコン2 0 0は、リーク検出部2 0 4により、バッテリー1、2とシャーシグランドとの間のリークを検出する。ここでは、バッテリー1、2の正極側と負極側を区別せずに、これらの少なくとも一方とシャーシグランドとの間にリークが生じたものとして検出する。さらにこのとき、リーク発生を車両内のユーザに報知するための所定の警告信号を出力してもよい。ステップS 7 0を実行したら、マイコン2 0 0は、図6のフローチャートに示すリーク検出処理を終了する。

[0036] 以上説明した本発明の一実施形態によれば、次の作用効果を奏する。

[0037] (1) リーク検出装置1 0 0は、マイコン2 0 0において、パルス信号出力部2 0 1により、バッテリー1、2の正極側に接続されている正極接続線2 1およびバッテリー1、2の負極側に接続されている負極接続線2 2に、所定のパルス信号をそれぞれ出力する(ステップS 1 0)。そして、応答波形検出部2 0 2により、正極接続線2 1に出力された正極パルス信号に対する正極応答波形と、負極接続線2 2に出力された負極パルス信号に対する負極応答波形とを検出する(ステップS 2 0)。この正極応答波形および負極応答波形に基づいて、振幅比率算出部2 0 3により振幅比率を算出し(ステップS 5 0)、算出された振幅比率に基づいて、リーク検出部2 0 4により、バッテリー1、2とシャーシグランドとの間のリークを検出する(ステップS 6 0、S 7 0)。このようにしたので、バッテリー電圧が変動しても、リークの有無を正しく検出することができる。

[0038] (2) 振幅比率算出部2 0 3は、ステップS 5 0において、ステップS 3 0で算出した正極応答波形の振幅 $V_{ap}$ および負極応答波形の振幅 $V_{an}$ と、ステップS 4 0で算出した正極応答波形の極大値と負極応答波形の極大値との差分 $V_1$ および正極応答波形の極小値と負極応答波形の極小値との差分 $V_2$ とを基に、前述の式(1)により、振幅比率 $R_v$ を算出する。このように

したので、正極応答波形および負極応答波形から、バッテリー 1、2 とシャーシグランドとの間のリーク状態に応じた振幅比率を算出することができる。

[0039] (3) リーク検出部 204 は、ステップ S60 において振幅比率  $R_v$  が所定の閾値  $R_{th}$  未満であるか否かを判定し、閾値  $R_{th}$  未満となったときに、ステップ S70 において、バッテリー 1、2 の正極側と負極側の少なくとも一方とシャーシグランドとの間にリークを検出する。このようにしたので、リークの発生を容易かつ確実に検出することができる。

[0040] (4) リーク検出装置 100 は、正極接続線 21 および負極接続線 22 とパルス信号出力部 201 との間をそれぞれ絶縁する絶縁回路としてのフォトモスリレー 103、104 を備える。パルス信号出力部 201 は、このフォトモスリレー 103、104 を介して、正極接続線 21 および負極接続線 22 にパルス信号をそれぞれ出力する。このようにしたので、パルス信号出力部 201 を有するマイコン 200 と正極接続線 21 および負極接続線 22 との間の電位差に関わらず、パルス信号出力部 201 から正極接続線 21 および負極接続線 22 へパルス信号を出力することができる。さらに、フォトモスリレー 103、104 を用いて絶縁回路を構成しているため、高電圧のバッテリー 1、2 を使用した場合でも、正極接続線 21 および負極接続線 22 とパルス信号出力部 201 との間を適切に絶縁することができる。

[0041] (5) リーク検出装置 100 は、正極接続線 21 および負極接続線 22 の電圧をそれぞれ分圧する分圧抵抗部 301、302 を備える。応答波形検出部 202 は、この分圧抵抗部 301、302 を介して、正極応答波形および負極応答波形を検出する。このようにしたので、正極応答波形および負極応答波形を適切な電圧範囲内でそれぞれ検出することができる。

[0042] (第 2 の実施形態)

次に本発明の第 2 の実施形態について説明する。上記の第 1 の実施形態では、バッテリーとシャーシグランドとの間の接続線に対して、正極および負極側にそれぞれパルス信号を入力したときの応答波形に基づいてリークを検出するリーク検出装置について説明した。これに対して、以下に説明する第 2

の実施形態では、第１の実施形態で説明したのと同様のリーク検出に加えて、パルス信号の入力に用いられる絶縁回路の状態検出を行うリーク検出装置について説明する。

[0043] 図７は、本実施形態に係るリーク検出装置１００aの構成を示す図である。図７に示すリーク検出装置１００aは、図２に示した第１の実施形態に係るリーク検出装置１００と比べて、マイコン２００内にモニタ波形検出部２０５および絶縁診断部２０６がさらに設けられている点と、フォトモスリレー１０３、１０４に分圧回路１０７、１０８がそれぞれ接続されている点とが異なっている。なお、このリーク検出装置１００aを含む電源装置は、図１に示したリーク検出装置１００を含む電源装置と同様の構成を有している。

[0044] 分圧回路１０７、１０８は、フォトモスリレー１０３、１０４の出力側のフォトＭＯＳＦＥＴと制御グランドとの間にそれぞれ接続されている。そして、パルス信号出力部２０１からフォトモスリレー１０３、１０４を介して正極接続線２１および負極接続線２２に正極パルス信号および負極パルス信号がそれぞれ出力されたときのフォトモスリレー１０３、１０４の出力電圧を、それぞれ所定の分圧比により分圧して出力する。これらの出力電圧の波形は、正極モニタ波形および負極モニタ波形として、分圧回路１０７、１０８からマイコン２００のモニタ波形検出部２０５へそれぞれ出力される。

[0045] モニタ波形検出部２０５は、Ａ／Ｄ変換器２１１を内蔵しており、このＡ／Ｄ変換器２１１を用いることで、分圧回路１０７、１０８から入力された正極モニタ波形および負極モニタ波形をデジタル値としてそれぞれ取り込む。これにより、モニタ波形検出部２０５において、正極パルス信号および負極パルス信号が出力されたときの正極モニタ波形および負極モニタ波形を検出することができる。

[0046] 絶縁診断部２０６は、モニタ波形検出部２０５により検出された正極モニタ波形および負極モニタ波形に基づいて、フォトモスリレー１０３、１０４の状態が正常であるか、それとも短絡状態や開放状態等の異常な状態である

かを診断する。なお、絶縁診断部 206 によりフォトモスリレー 103、104 の状態診断を行う具体的な方法については、後で詳細に説明する。

[0047] ここで、フォトモスリレー 103、104 が短絡状態となった場合に検出される応答波形について説明する。たとえば、フォトモスリレー 103 が故障等により短絡状態となると、パルス信号出力部 201 からの正極パルス信号の出力の有無に関わらず、正極接続線 21 や負極接続線 22 が常に制御グラウンドに接続された状態となる。この場合、バッテリー 1、2 とシャーシグラウンドの間にリークが発生していなくても、応答波形検出部 202 においてリーク発生時と同様の応答波形が検出されてしまうため、応答波形からリーク発生の有無を判断できなくなってしまう。

[0048] 上記の具体例を図 8、9 に示す。図 8 は、フォトモスリレー 103 が正常状態で正極側にリークが生じた時の応答波形の例を示す図である。一方、図 9 は、フォトモスリレー 103 が短絡状態でリークが生じていない時の応答波形の例を示す図である。これらの図から、フォトモスリレー 103 が短絡状態のときには、リーク発生時と同様の応答波形が検出されることが分かる。なお、図 10 は、フォトモスリレー 103 が正常状態でリークが生じていない時の応答波形の例を示す図であり、図 3 に示した第 1 の実施形態におけるリークなし時の応答波形と同様である。

[0049] 負極側についても同様に、フォトモスリレー 104 が故障等により短絡状態となると、パルス信号出力部 201 からの負極パルス信号の出力の有無に関わらず、正極接続線 21 や負極接続線 22 が常に制御グラウンドに接続された状態となる。この場合、バッテリー 1、2 とシャーシグラウンドの間にリークが発生していなくても、応答波形検出部 202 においてリーク発生時と同様の応答波形が検出されてしまうため、応答波形からリーク発生の有無を判断できなくなってしまう。

[0050] 以上説明したような問題点を解決するために、本実施形態では、分圧回路 107、108 から出力される正極モニタ波形および負極モニタ波形をモニタ波形検出部 205 により検出し、これらの波形に基づいて、絶縁回路であ

るフォトモスリレー 103、104 がそれぞれ正常な状態にあるか否かを絶縁診断部 206 により診断する。この診断結果を第 1 の実施形態で説明した応答波形に基づくリーク状態の検出結果と合わせて用いることで、正極接続線 21 および負極接続線 22 におけるリークの有無を正しく検出できるようにしている。

[0051] モニタ波形検出部 205 により検出されるモニタ波形の例について説明する。図 11 は、正極側のフォトモスリレー 103 が短絡している時のモニタ波形の例を示す図であり、図 12 は、負極側のフォトモスリレー 104 が短絡している時のモニタ波形の例を示す図である。一方、図 13 は、フォトモスリレー 103、104 が正常な時のモニタ波形の例を示す図である。

[0052] 図 11～13 の各モニタ波形において、実線で示した波形は正極パルス信号のオンオフに応じた正極モニタ波形を、破線で示した波形は負極パルス信号のオンオフに応じた負極モニタ波形をそれぞれ表している。なお、図 11～13 において、上段に示した「ON」および「OFF」は正極パルス信号のオンオフのタイミングを表しており、下段に示した「ON」および「OFF」は負極パルス信号のオンオフのタイミングを表している。このように、モニタ波形検出部 205 においてモニタ波形を検出する際には、パルス信号出力部 201 から正極パルス信号と負極パルス信号とを交互に出力する。すなわち、正極パルス信号と負極パルス信号のオンオフのタイミングを相互にずらして、これらが交互にオンされるようにする。

[0053] 図 11～13 の各モニタ波形では、8 秒付近および 10 秒付近において、正極パルス信号がオンからオフに切り替えられると共に、負極パルス信号がオフからオンに切り替えられている。この直前のタイミング、すなわち正極パルス信号の立ち下がり開始点および負極パルス信号の立ち上がり開始点に対応するタイミングを、以下では第 1 基準時点と称する。図 11～13 において、 $V_{mp1}$ 、 $V_{mn1}$  は第 1 基準時点における正極モニタ波形と負極モニタ波形の電圧をそれぞれ表している。

[0054] また、9 秒付近においては、正極パルス信号がオフからオンに切り替えら

れると共に、負極パルス信号がオンからオフに切り替えられている。この直前のタイミング、すなわち正極パルス信号の立ち上がり開始点および負極パルス信号の立ち下がり開始点に対応するタイミングを、以下では第2基準時点と称する。図11～13において、 $V_{mp2}$ 、 $V_{mn2}$ は第2基準時点における正極モニタ波形と負極モニタ波形の電圧をそれぞれ表している。

[0055] 絶縁診断部206は、図11～13の各モニタ波形に示した電圧 $V_{mp1}$ および $V_{mn1}$ に基づいて、下記の式(2)により、第1基準時点における正極モニタ波形と負極モニタ波形との電圧差 $V_{m1}$ を算出する。

$$V_{m1} = V_{mp1} - V_{mn1} \quad \dots (2)$$

[0056] また、図11～13の各モニタ波形に示した電圧 $V_{mp2}$ および $V_{mn2}$ に基づいて、下記の式(3)により、第2基準時点における正極モニタ波形と負極モニタ波形との電圧差 $V_{m2}$ を算出する。

$$V_{m2} = V_{mp2} - V_{mn2} \quad \dots (3)$$

[0057] さらに、下記の式(4)により、正極モニタ波形と負極モニタ波形の立ち上がり開始点での電圧差 $V_d$ を算出する

$$V_d = V_{mp2} - V_{mn1} \quad \dots (4)$$

[0058] 絶縁診断部206は、上記の式(2)～(4)で求められた各電圧差を基に、フォトモスリレー103、104がそれぞれ正常な状態にあるか否かを診断するための指標を算出する。具体的には、式(2)～(4)の各電圧差 $V_{m1}$ 、 $V_{m2}$ および $V_d$ と、前述の第1の実施形態で説明した正極応答波形の極大値と負極応答波形の極大値との差分 $V_1$ および正極応答波形の極小値と負極応答波形の極小値との差分 $V_2$ とに基づいて、下記の式(5)～(7)により、診断指標としての第1モニタ比率 $A_{m1}$ 、第2モニタ比率 $A_{m2}$ およびモニタ差分比率 $A_d$ を算出する。

$$\begin{aligned} A_{m1} &= 2 V_{m1} / (V_1 + V_2) \\ &= 2 (V_{mp1} - V_{mn1}) / (V_1 + V_2) \quad \dots (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{m2} &= 2 V_{m2} / (V_1 + V_2) \\ &= 2 (V_{mp2} - V_{mn2}) / (V_1 + V_2) \quad \dots (6) \end{aligned}$$

$$A_d = 2 V_d / (V_1 + V_2) \\ = 2 (V_{mp2} - V_{mn1}) / (V_1 + V_2) \quad \dots (7)$$

[0059] 上記のようにして第1モニタ比率 $A_{m1}$ 、第2モニタ比率 $A_{m2}$ およびモニタ差分比率 $A_d$ を算出したら、絶縁診断部206は、これらの診断指標を所定の閾値とそれぞれ比較することにより、フォトモスリレー103、104の状態を診断する。たとえば、第2モニタ比率 $A_{m2}$ とモニタ差分比率 $A_d$ が以下の条件式(8)を満たす場合は、フォトモスリレー103が短絡していると判断する。なお、条件式(8)において、 $Th_a$ 、 $Th_b$ は、ソフトウェアのデータ設定値として予め定められた閾値である。

$$A_{m2} \geq Th_a \quad \text{かつ} \quad A_d \geq Th_b \quad \dots (8)$$

[0060] また、第1モニタ比率 $A_{m1}$ とモニタ差分比率 $A_d$ が以下の条件式(9)を満たす場合は、フォトモスリレー104が短絡していると判断する。なお、条件式(9)において、 $Th_c$ 、 $Th_d$ は、ソフトウェアのデータ設定値として予め定められた閾値である。これらの閾値 $Th_c$ 、 $Th_d$ の値は、前述の条件式(8)における閾値 $Th_a$ 、 $Th_b$ とそれぞれ同じであってもよいし、異なってもよい。

$$A_{m1} \geq Th_c \quad \text{かつ} \quad A_d \geq Th_d \quad \dots (9)$$

[0061] さらに、第1モニタ比率 $A_{m1}$ および第2モニタ比率 $A_{m2}$ と、第1の実施形態で説明した式(1)で求められる振幅比率 $R_v$ とが以下の条件式(10)を満たす場合は、フォトモスリレー103または104のいずれか少なくとも一方がオープン状態であり、正極パルス信号または負極パルス信号がフォトモスリレー103または104において遮断されていると判断する。なお、条件式(10)において、 $Th_e$ 、 $Th_f$ および $Th_g$ は、ソフトウェアのデータ設定値として予め定められた閾値である。これらの閾値 $Th_e$ 、 $Th_f$ および $Th_g$ の値は、前述の条件式(8)における閾値 $Th_a$ 、 $Th_b$ や、条件式(9)における閾値 $Th_c$ 、 $Th_d$ とそれぞれ同じであってもよいし、異なってもよい。

$$A_{m1} \leq Th_e \quad \text{かつ} \quad A_{m2} \leq Th_f \quad \text{かつ} \quad R_v \leq Th_g \quad \dots$$

(10)

[0062] 図14は、リークの有無を検出すると共に上記のようにしてフォトモスリレー103、104の状態を診断する際に、マイコン200において実行されるリークおよびリレー状態検出処理の流れを示すフローチャートである。なお、図14において、図6に示した第1の実施形態のリーク検出処理と同じ内容の処理を実行する部分には、図6と同一のステップ番号を付している。

[0063] ステップS10～S70において、マイコン200は、図6と同様の処理をそれぞれ実行することにより、リーク検出処理を行う。

[0064] ステップS80において、マイコン200は、モニタ波形検出部205により、ステップS10で正極パルス信号および負極パルス信号がそれぞれ出力されたときのフォトモスリレー103、104の出力電圧波形を、正極モニタ波形および負極モニタ波形として検出する。このとき、正極モニタ波形は、フォトモスリレー103から分圧回路107を介してA/D変換器211に入力され、モニタ波形検出部205において検出される。また、負極モニタ波形は、フォトモスリレー104から分圧回路108を介してA/D変換器211に入力され、モニタ波形検出部205において検出される。

[0065] ステップS90において、マイコン200は、絶縁診断部206により、ステップS80で検出された正極モニタ波形および負極モニタ波形から、前述の第1基準時点における正極モニタ波形の電圧 $V_{mp1}$ および負極モニタ波形の電圧 $V_{mn1}$ と、第2基準時点における正極モニタ波形の電圧 $V_{mp2}$ および負極モニタ波形の電圧 $V_{mn2}$ とを求める。そして、これらの電圧を基に、前述の式(2)～(4)を用いて、第1基準時点における正極モニタ波形と負極モニタ波形との電圧差 $V_{m1}$ 、第2基準時点における正極モニタ波形と負極モニタ波形との電圧差 $V_{m2}$ 、および正極モニタ波形と負極モニタ波形の立ち上がり開始点での電圧差 $V_d$ を算出する。

[0066] ステップS100において、マイコン200は、絶縁診断部206により、ステップS90で算出された電圧差 $V_{m1}$ 、 $V_{m2}$ および $V_d$ と、ステッ

プS 4 0で算出された差分 $V_1$ 、 $V_2$ とに基づいて、前述の式(5)～(7)により、第1モニタ比率 $A_{m1}$ 、第2モニタ比率 $A_{m2}$ およびモニタ差分比率 $A_d$ を算出する。

[0067] ステップS 1 1 0において、マイコン2 0 0は、絶縁診断部2 0 6により、ステップS 1 0 0で算出された第2モニタ比率 $A_{m2}$ およびモニタ差分比率 $A_d$ を所定の閾値 $T_{ha}$ 、 $T_{hb}$ とそれぞれ比較し、前述の条件式(8)を満たすか否かを判定する。その結果、条件式(8)を満たす場合はステップS 1 2 0へ進み、満たさない場合はステップS 1 3 0へ進む。

[0068] ステップS 1 2 0において、マイコン2 0 0は、絶縁診断部2 0 6により、正極接続線2 1とパルス信号出力部2 0 1の間にあるフォトモスリレー1 0 3が短絡していると判断し、フォトモスリレー1 0 3のショートを検出する。このとき、フォトモスリレー1 0 3が短絡していることを車両内のユーザに報知するため、所定の警告信号等を出力してもよい。

[0069] ステップS 1 3 0において、マイコン2 0 0は、絶縁診断部2 0 6により、ステップS 1 0 0で算出された第1モニタ比率 $A_{m1}$ およびモニタ差分比率 $A_d$ を所定の閾値 $T_{hc}$ 、 $T_{hd}$ とそれぞれ比較し、前述の条件式(9)を満たすか否かを判定する。その結果、条件式(9)を満たす場合はステップS 1 4 0へ進み、満たさない場合はステップS 1 5 0へ進む。

[0070] ステップS 1 4 0において、マイコン2 0 0は、絶縁診断部2 0 6により、負極接続線2 2とパルス信号出力部2 0 1の間にあるフォトモスリレー1 0 4が短絡していると判断し、フォトモスリレー1 0 4のショートを検出する。このとき、フォトモスリレー1 0 4が短絡していることを車両内のユーザに報知するため、所定の警告信号等を出力してもよい。

[0071] ステップS 1 5 0において、マイコン2 0 0は、絶縁診断部2 0 6により、ステップS 1 0 0で算出された第1モニタ比率 $A_{m1}$ および第1モニタ比率 $A_{m1}$ と、ステップS 5 0で算出された振幅比率 $R_v$ とを、所定の閾値 $T_{he}$ 、 $T_{hf}$ および $T_{hg}$ とそれぞれ比較し、前述の条件式(10)を満たすか否かを判定する。その結果、条件式(10)を満たす場合はステップS

１６０へ進み、満たさない場合は図１４のフローチャートに示す処理を終了する。

[0072] ステップＳ１６０において、マイコン２００は、絶縁診断部２０６により、フォトモスリレー１０３または１０４のいずれか少なくとも一方がパルス信号出力部２０１からのパルス信号を遮断していると判断し、これらのリレーがオープン状態であることを検出する。このとき、フォトモスリレー１０３または１０４がオープン状態であることを車両内のユーザに報知するため、所定の警告信号等を出力してもよい。ステップＳ１６０を実行したら、マイコン２００は、図１４のフローチャートに示す処理を終了する。

[0073] 以上説明した本発明の第２の実施形態によれば、第１の実施形態で説明した（１）～（５）の各作用効果に加えて、さらに次の作用効果を奏する。

[0074] （６）リーク検出装置１００ａは、マイコン２００において、モニタ波形検出部２０５および絶縁診断部２０６を備える。モニタ波形検出部２０５は、パルス信号出力部２０１から絶縁回路としてのフォトモスリレー１０３、１０４を介して正極接続線２１および負極接続線２２にパルス信号がそれぞれ出力されたときのフォトモスリレー１０３、１０４の出力電圧波形を、正極モニタ波形および負極モニタ波形として検出する（ステップＳ８０）。絶縁診断部２０６は、モニタ波形検出部２０５により検出された正極モニタ波形および負極モニタ波形に基づいてフォトモスリレー１０３、１０４の状態を診断する（ステップＳ９０～Ｓ１６０）。このようにしたので、フォトモスリレー１０３、１０４の状態を考慮して、正極接続線２１および負極接続線２２におけるリークの有無を正しく検出することができる。

[0075] （７）パルス信号出力部２０１は、正極接続線２１に対する正極パルス信号と、負極接続線２２に対する負極パルス信号とを交互に出力する。絶縁診断部２０６は、これらのパルス信号が出力されているときにモニタ波形検出部２０５により検出された正極モニタ波形および負極モニタ波形を基に、ステップＳ９０において、正極パルス信号の立ち下がり開始点および負極パルス信号の立ち上がり開始点に対応する第１基準時点における正極モニタ波形の

電圧  $V_{mp1}$  および負極モニタ波形の電圧  $V_{mn1}$  と、正極パルス信号の立ち上がり開始点および負極パルス信号の立ち下がり開始点に対応する第2基準時点における正極モニタ波形の電圧  $V_{mp2}$  および負極モニタ波形の電圧  $V_{mn2}$  とを算出する。そして、算出されたこれらの電圧と、ステップ S 40 で算出された正極応答波形の極大値と負極応答波形の極大値との差分  $V_1$  および正極応答波形の極小値と負極応答波形の極小値との差分  $V_2$  とを基に、前述の式 (5) ~ (7) により、第1モニタ比率  $A_{m1}$ 、第2モニタ比率  $A_{m2}$  およびモニタ差分比率  $A_d$  を算出する。ステップ S 110 ~ S 160 では、こうして算出した第1モニタ比率  $A_{m1}$ 、第2モニタ比率  $A_{m2}$  およびモニタ差分比率  $A_d$  に基づいて、フォトモスリレー 103、104 の状態を診断する。このようにしたので、フォトモスリレー 103、104 の状態を正確に診断することができる。

[0076] (8) 絶縁診断部 206 は、ステップ S 110、S 120 において、第2モニタ比率  $A_{m2}$  が所定の閾値  $T_{ha}$  以上であり、かつモニタ差分比率  $A_d$  が所定の閾値  $T_{hb}$  以上となったときに、正極接続線 21 とパルス信号出力部 201 との間にあるフォトモスリレー 103 が短絡していると判断する。また、ステップ S 130、S 140 において、第1モニタ比率  $A_{m1}$  が所定の閾値  $T_{hc}$  以上であり、かつモニタ差分比率  $A_d$  が所定の閾値  $T_{hd}$  以上となったときに、負極接続線 22 とパルス信号出力部 201 との間にあるフォトモスリレー 104 が短絡していると判断する。このようにしたので、フォトモスリレー 103、104 が短絡しているか否かを確実に判断することができる。

[0077] (9) 絶縁診断部 206 は、ステップ S 150、S 160 において、第1モニタ比率  $A_{m1}$  および第2モニタ比率  $A_{m2}$  がいずれも所定の閾値  $T_{he}$ 、 $T_{hf}$  以下であり、かつ振幅比率算出部 203 により算出された振幅比率  $R_v$  が所定の閾値  $T_{hg}$  以下となったときに、フォトモスリレー 103 または 104 がパルス信号を遮断していると判断する。このようにしたので、フォトモスリレー 103、104 がオープン状態であるか否かを確実に判断する

ことができる。

[0078] (10) リーク検出装置 100a は、フォトモスリレー 103、104 の出力側に接続された分圧回路 107、108 をさらに備える。モニタ波形検出部 205 は、この分圧回路 107、108 を介して正極モニタ波形および負極モニタ波形を検出する。このようにしたので、モニタ波形検出部 205 において、適切な電圧範囲内で正極モニタ波形および負極モニタ波形を検出することができる。

[0079] なお、上記の第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態と同様に振幅比率  $R_v$  を算出し、この振幅比率  $R_v$  に基づいてバッテリー 1、2 とシャージランドとの間のリークを検出すると共に、絶縁回路であるフォトモスリレー 103、104 の状態を診断する例を説明した。しかし、本願発明による絶縁回路の診断方法は、振幅比率を算出せずにリーク検出を行う場合にも適用可能である。たとえば、正極接続線および負極接続線に対して絶縁回路を介してパルス信号をそれぞれ入力し、このパルス信号に対する応答波形の形状変化に基づいてリーク検出を行うリーク検出装置においても、第 2 の実施形態で説明したような絶縁回路の診断方法を適用することにより、絶縁回路の状態を診断することができる。

[0080] なお、以上説明した第 1 および第 2 の各実施形態では、フォトモスリレー 103、104 を絶縁回路として用いることで、正極接続線 21 および負極接続線 22 とパルス信号出力部 201 との間をそれぞれ絶縁する例を説明した。しかし、これ以外のもの、たとえばフォトカプラやトランスなどを絶縁回路として用いてもよい。パルス信号出力部 201 から出力されるパルス信号の周期や、バッテリー 1、2 の電圧等に応じて、適切なものを絶縁回路として用いることができる。

[0081] 以上説明した各実施形態や各種の変形例はあくまで一例であり、発明の特徴が損なわれない限り、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。

## 請求の範囲

- [請求項1]            バッテリとグラウンドの間のリークを検出する装置であって、  
                      前記バッテリーの正極側に接続されている正極接続線および前記バッテリーの負極側に接続されている負極接続線に所定のパルス信号をそれぞれ出力するパルス信号出力部と、  
                      前記正極接続線に出力されたパルス信号に対する正極応答波形と、前記負極接続線に出力されたパルス信号に対する負極応答波形とを検出する応答波形検出部と、  
                      前記正極応答波形および前記負極応答波形に基づいて振幅比率を算出する振幅比率算出部と、  
                      前記振幅比率に基づいて、前記バッテリーと前記グラウンドの間のリークを検出するリーク検出部とを備えるリーク検出装置。
- [請求項2]            請求項1に記載のリーク検出装置において、  
                      前記振幅比率算出部は、前記正極応答波形の振幅  $V_{ap}$ 、前記負極応答波形の振幅  $V_{an}$ 、前記正極応答波形の極大値と前記負極応答波形の極大値との差分  $V_1$ 、および前記正極応答波形の極小値と前記負極応答波形の極小値との差分  $V_2$  を基に、下記の式により、振幅比率  $R_v$  を算出するリーク検出装置。  
$$R_v = (V_{ap} + V_{an}) / (V_1 + V_2)$$
- [請求項3]            請求項2に記載のリーク検出装置において、  
                      前記リーク検出部は、前記振幅比率  $R_v$  が所定の閾値未満となったときに、前記バッテリーの正極側および負極側の少なくとも一方と前記グラウンドとの間に前記リークを検出するリーク検出装置。
- [請求項4]            請求項1乃至3のいずれか一項に記載のリーク検出装置において、  
                      前記正極接続線および前記負極接続線と前記パルス信号出力部との間をそれぞれ絶縁する絶縁回路をさらに備え、  
                      前記パルス信号出力部は、前記絶縁回路を介して、前記正極接続線および前記負極接続線に前記パルス信号をそれぞれ出力するリーク検

出装置。

[請求項5]           請求項4に記載のリーク検出装置において、  
前記絶縁回路は、フォトモスリレーを用いて構成されるリーク検出装置。

[請求項6]           請求項1乃至3のいずれか一項に記載のリーク検出装置において、  
前記正極接続線および前記負極接続線の電圧をそれぞれ分圧する分圧抵抗部をさらに備え、  
前記応答波形検出部は、前記分圧抵抗部を介して、前記正極応答波形および前記負極応答波形を検出するリーク検出装置。

[請求項7]           請求項4に記載のリーク検出装置において、  
前記パルス信号出力部から前記絶縁回路を介して前記正極接続線および前記負極接続線に前記パルス信号がそれぞれ出力されたときの前記絶縁回路の出力電圧波形を、正極モニタ波形および負極モニタ波形として検出するモニタ波形検出部と、  
前記正極モニタ波形および前記負極モニタ波形に基づいて前記絶縁回路の状態を診断する絶縁診断部とをさらに備えるリーク検出装置。

[請求項8]           請求項7に記載のリーク検出装置において、  
前記パルス信号出力部は、前記正極接続線に対する正極パルス信号と、前記負極接続線に対する負極パルス信号とを交互に出力し、  
前記絶縁診断部は、  
前記正極パルス信号の立ち下がり開始点および前記負極パルス信号の立ち上がり開始点に対応する第1基準時点における前記正極モニタ波形の電圧 $V_{mp1}$ および前記負極モニタ波形の電圧 $V_{mn1}$ と、前記正極パルス信号の立ち上がり開始点および前記負極パルス信号の立ち下がり開始点に対応する第2基準時点における前記正極モニタ波形の電圧 $V_{mp2}$ および前記負極モニタ波形の電圧 $V_{mn2}$ と、前記正極応答波形の極大値と前記負極応答波形の極大値との差分 $V_1$ と、前記正極応答波形の極小値と前記負極応答波形の極小値との差分 $V_2$ と

を基に、下記の式により、第1 モニタ比率  $A_{m1}$ 、第2 モニタ比率  $A_{m2}$  およびモニタ差分比率  $A_d$  を算出し、

$$A_{m1} = 2 (V_{mp1} - V_{mn1}) / (V_1 + V_2)$$

$$A_{m2} = 2 (V_{mp2} - V_{mn2}) / (V_1 + V_2)$$

$$A_d = 2 (V_{mp2} - V_{mn1}) / (V_1 + V_2)$$

算出した前記第1 モニタ比率  $A_{m1}$ 、前記第2 モニタ比率  $A_{m2}$  および前記モニタ差分比率  $A_d$  に基づいて、前記絶縁回路の状態を診断するリーク検出装置。

[請求項9] 請求項8に記載のリーク検出装置において、

前記絶縁診断部は、

前記第2 モニタ比率  $A_{m2}$  が所定の閾値以上であり、かつ前記モニタ差分比率  $A_d$  が所定の閾値以上となったときに、前記正極接続線と前記パルス信号出力部との間にある前記絶縁回路が短絡していると判断し、

前記第1 モニタ比率  $A_{m1}$  が所定の閾値以上であり、かつ前記モニタ差分比率  $A_d$  が所定の閾値以上となったときに、前記負極接続線と前記パルス信号出力部との間にある前記絶縁回路が短絡していると判断するリーク検出装置。

[請求項10] 請求項9に記載のリーク検出装置において、

前記絶縁診断部は、前記第1 モニタ比率  $A_{m1}$  および前記第2 モニタ比率  $A_{m2}$  がいずれも所定の閾値以下であり、かつ前記振幅比率算出部により算出された前記振幅比率が所定の閾値以下となったときに、前記絶縁回路が前記パルス信号を遮断していると判断するリーク検出装置。

[請求項11] 請求項7に記載のリーク検出装置において、

前記絶縁回路の出力側に接続された分圧回路をさらに備え、

前記モニタ波形検出部は、前記分圧回路を介して前記正極モニタ波形および前記負極モニタ波形を検出するリーク検出装置。

[請求項12]        バッテリとグラウンドの間のリークを検出する装置であって、

      前記バッテリーの正極側に接続されている正極接続線および前記バッテリーの負極側に接続されている負極接続線に所定のパルス信号をそれぞれ出力するパルス信号出力部と、

      前記正極接続線および前記負極接続線と前記パルス信号出力部との間をそれぞれ絶縁する絶縁回路と、

      前記パルス信号出力部から前記絶縁回路を介して前記正極接続線に出力されたパルス信号に対する正極応答波形と、前記パルス信号出力部から前記絶縁回路を介して前記負極接続線に出力されたパルス信号に対する負極応答波形とを検出する応答波形検出部と、

      前記正極応答波形および前記負極応答波形に基づいて、前記バッテリーと前記グラウンドの間のリークを検出するリーク検出部と、

      前記パルス信号出力部から前記正極接続線および前記負極接続線に前記パルス信号がそれぞれ出力されたときの前記絶縁回路の出力電圧波形を、正極モニタ波形および負極モニタ波形として検出するモニタ波形検出部と、

      前記正極モニタ波形および前記負極モニタ波形に基づいて前記絶縁回路の状態を診断する絶縁診断部とを備えるリーク検出装置。

[請求項13]        請求項 1 2 に記載のリーク検出装置において、

      前記パルス信号出力部は、前記正極接続線に対する正極パルス信号と、前記負極接続線に対する負極パルス信号とを交互に出力し、

      前記絶縁診断部は、

      前記正極パルス信号の立ち下がり開始点および前記負極パルス信号の立ち上がり開始点に対応する第 1 基準時点における前記正極モニタ波形の電圧  $V_{mp1}$  および前記負極モニタ波形の電圧  $V_{mn1}$  と、前記正極パルス信号の立ち上がり開始点および前記負極パルス信号の立ち下がり開始点に対応する第 2 基準時点における前記正極モニタ波形の電圧  $V_{mp2}$  および前記負極モニタ波形の電圧  $V_{mn2}$  と、前記正

極応答波形の極大値と前記負極応答波形の極大値との差分  $V_1$  と、前記正極応答波形の極小値と前記負極応答波形の極小値との差分  $V_2$  とを基に、下記の式により、第1 モニタ比率  $A_{m1}$ 、第2 モニタ比率  $A_{m2}$  およびモニタ差分比率  $A_d$  を算出し、

$$A_{m1} = 2 (V_{mp1} - V_{mn1}) / (V_1 + V_2)$$

$$A_{m2} = 2 (V_{mp2} - V_{mn2}) / (V_1 + V_2)$$

$$A_d = 2 (V_{mp2} - V_{mn1}) / (V_1 + V_2)$$

算出した前記第1 モニタ比率  $A_{m1}$ 、前記第2 モニタ比率  $A_{m2}$  および前記モニタ差分比率  $A_d$  に基づいて、前記絶縁回路の状態を診断するリーク検出装置。

[請求項14]

請求項13に記載のリーク検出装置において、  
前記絶縁診断部は、

前記第2 モニタ比率  $A_{m2}$  が所定の閾値以上であり、かつ前記モニタ差分比率  $A_d$  が所定の閾値以上となったときに、前記正極接続線と前記パルス信号出力部との間にある前記絶縁回路が短絡していると判断し、

前記第1 モニタ比率  $A_{m1}$  が所定の閾値以上であり、かつ前記モニタ差分比率  $A_d$  が所定の閾値以上となったときに、前記負極接続線と前記パルス信号出力部との間にある前記絶縁回路が短絡していると判断するリーク検出装置。

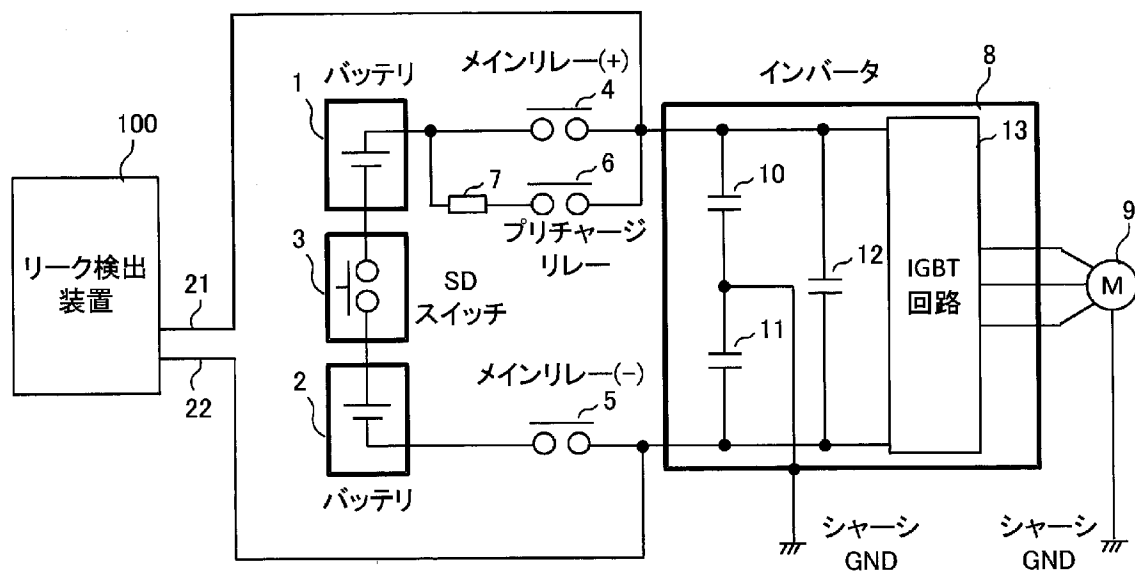
[請求項15]

請求項12に記載のリーク検出装置において、

前記絶縁回路の出力側に接続された分圧回路をさらに備え、

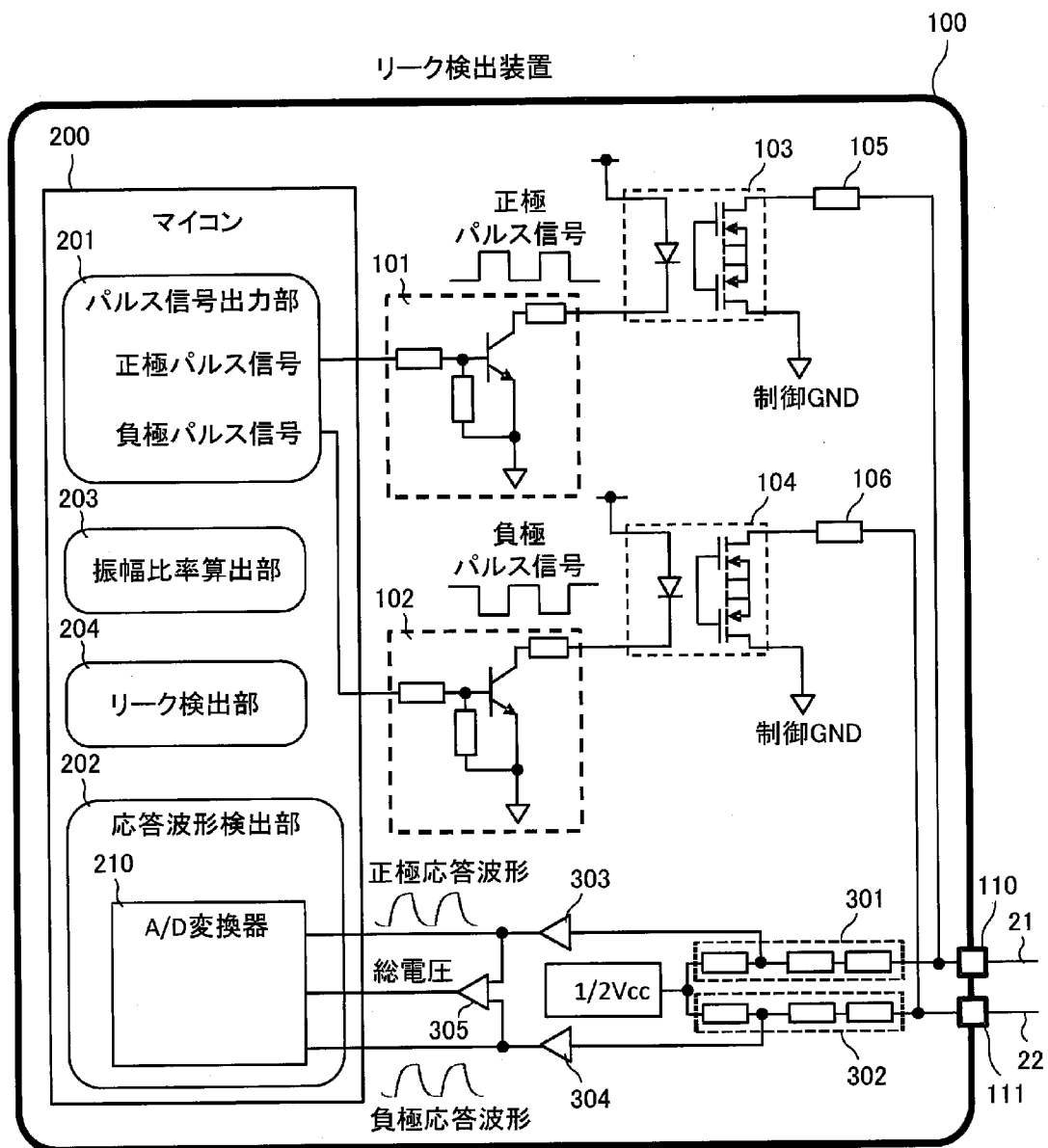
前記モニタ波形検出部は、前記分圧回路を介して前記正極モニタ波形および前記負極モニタ波形を検出するリーク検出装置。

【図1】



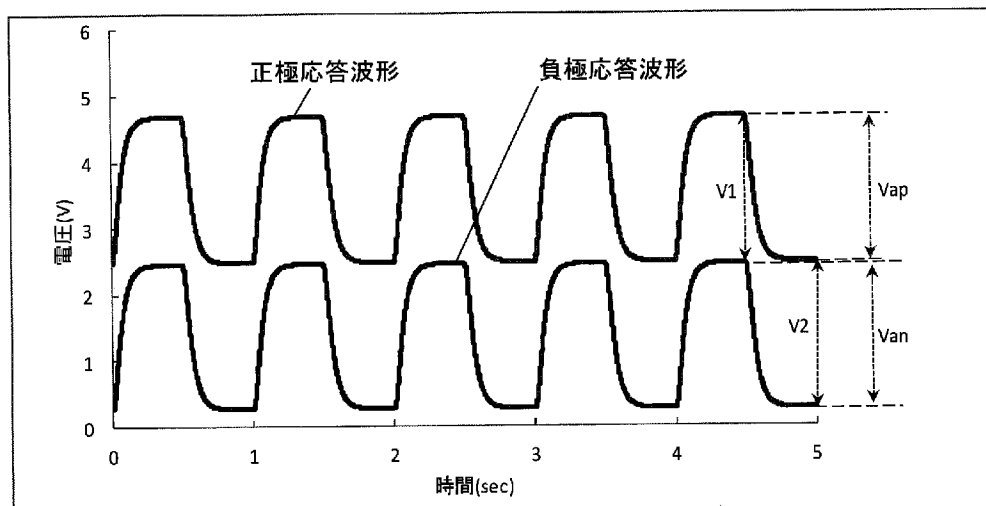
[図2]

【図2】



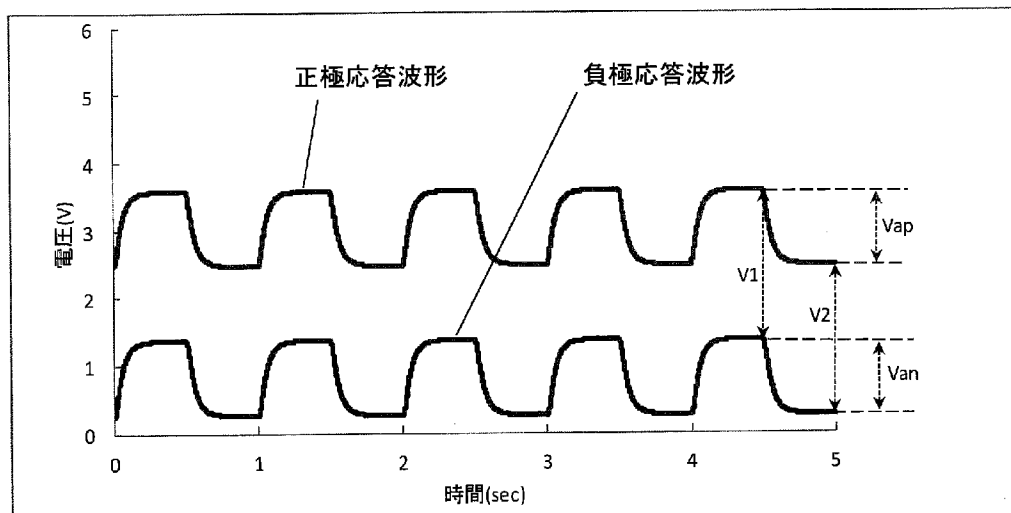
[図3]

【図3】



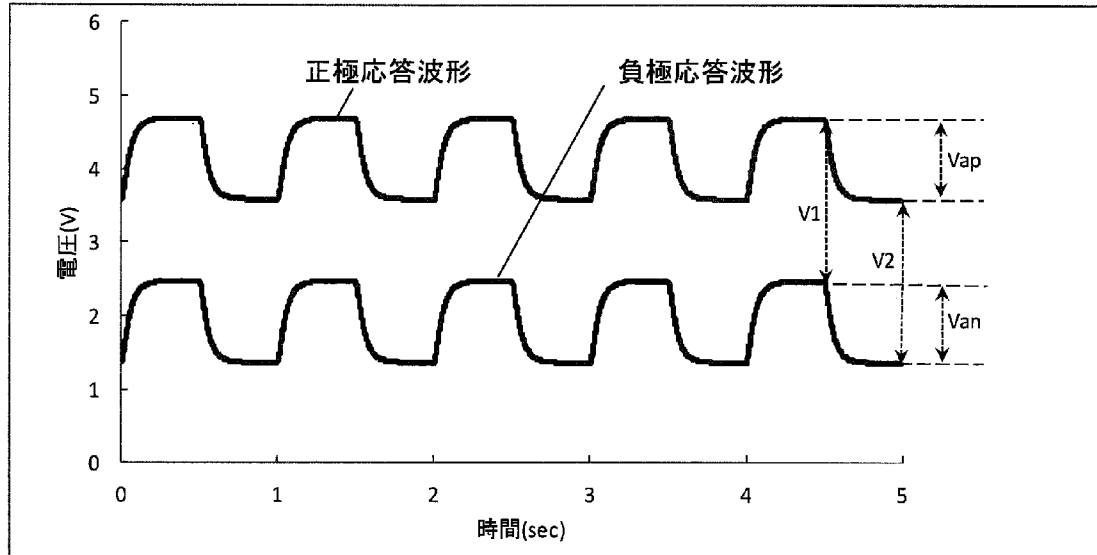
[図4]

【図4】



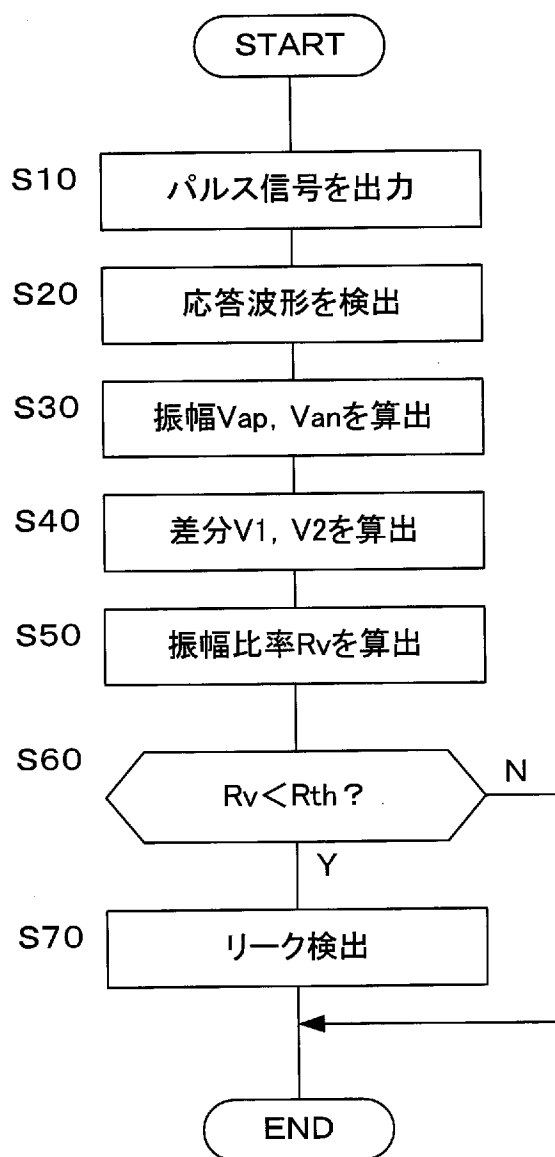
[図5]

【図5】



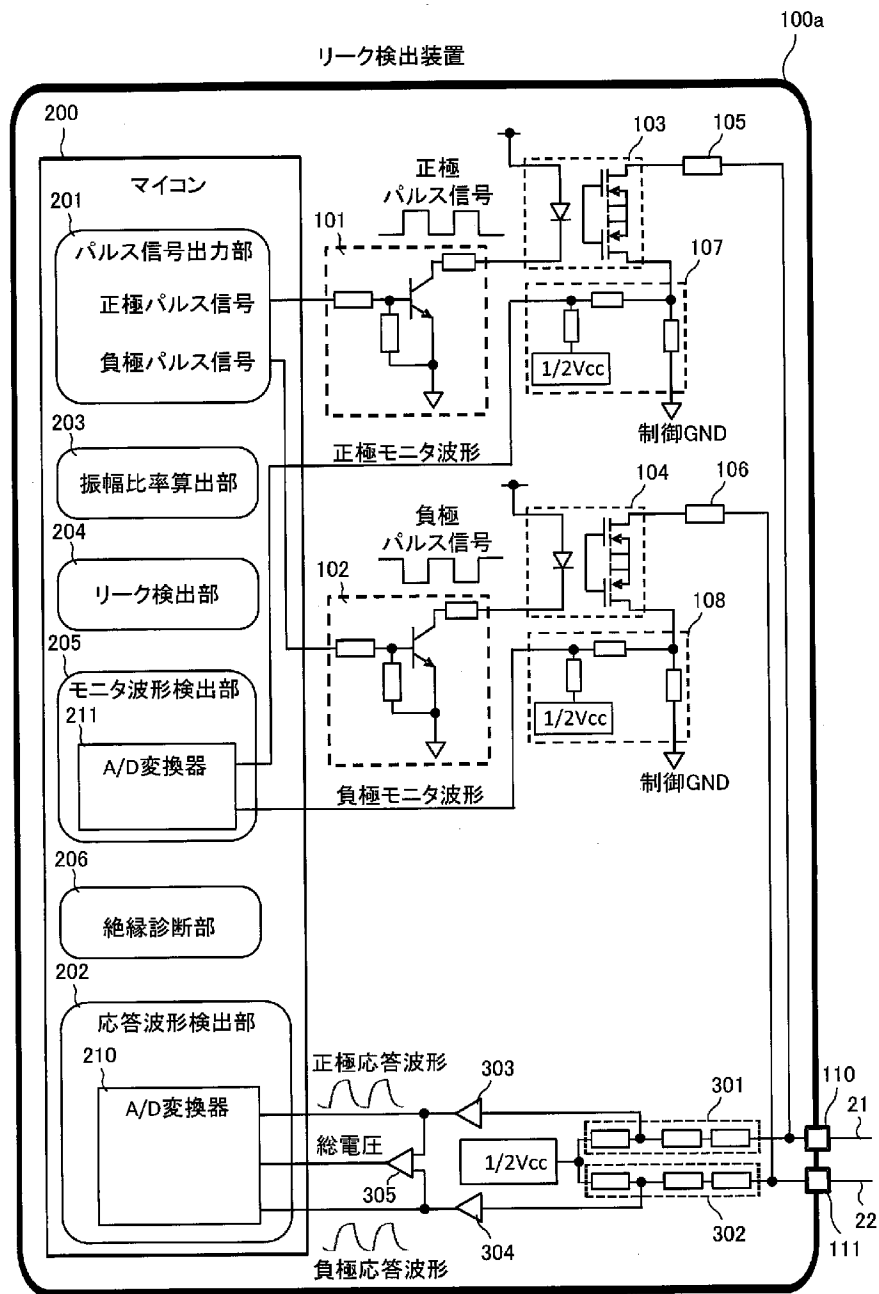
【図6】

【図6】

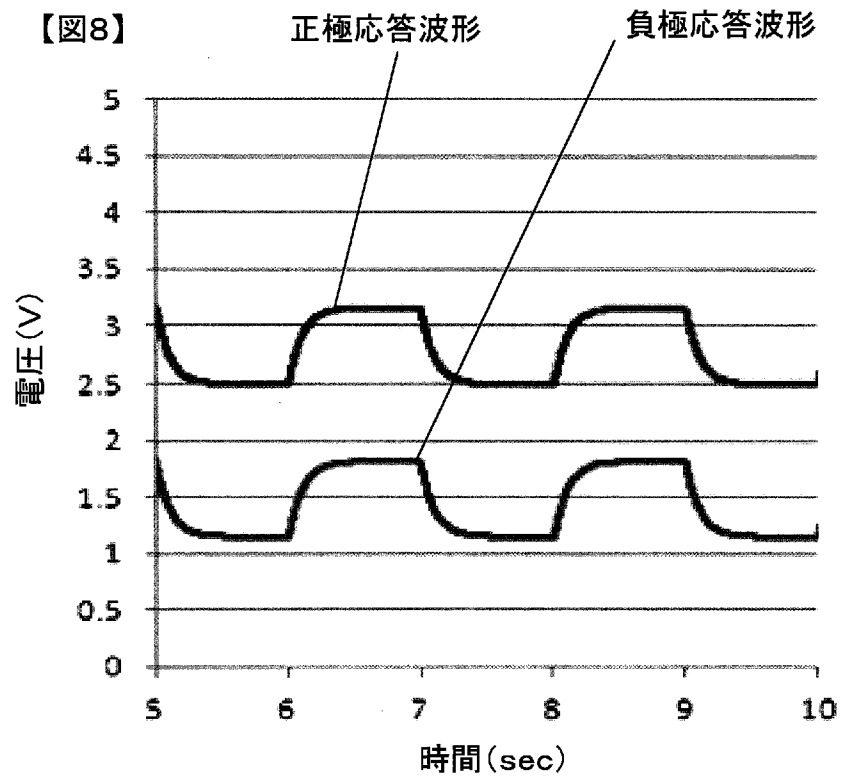


【図7】

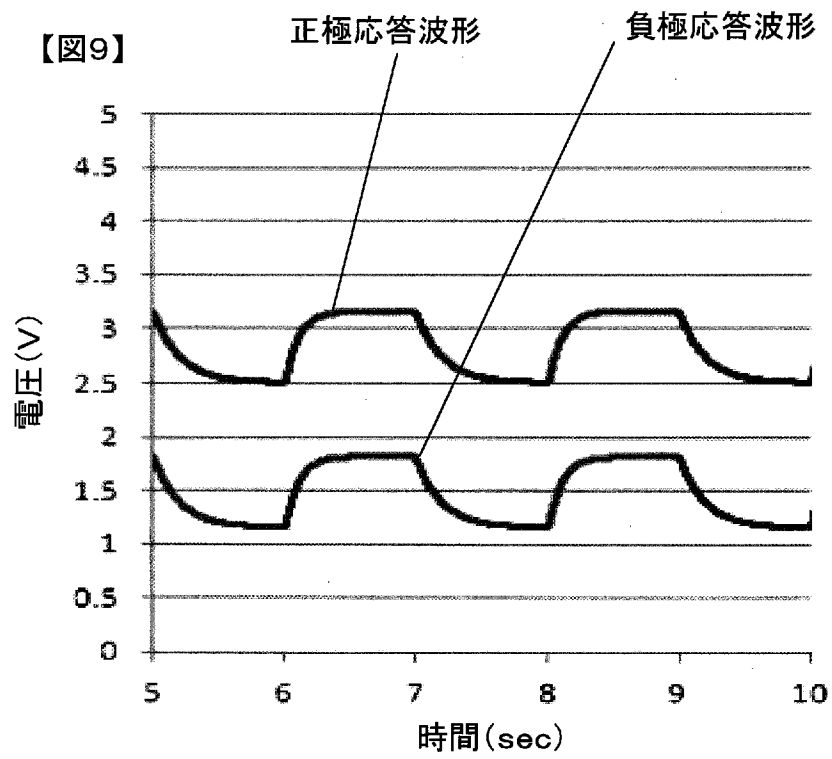
【図7】



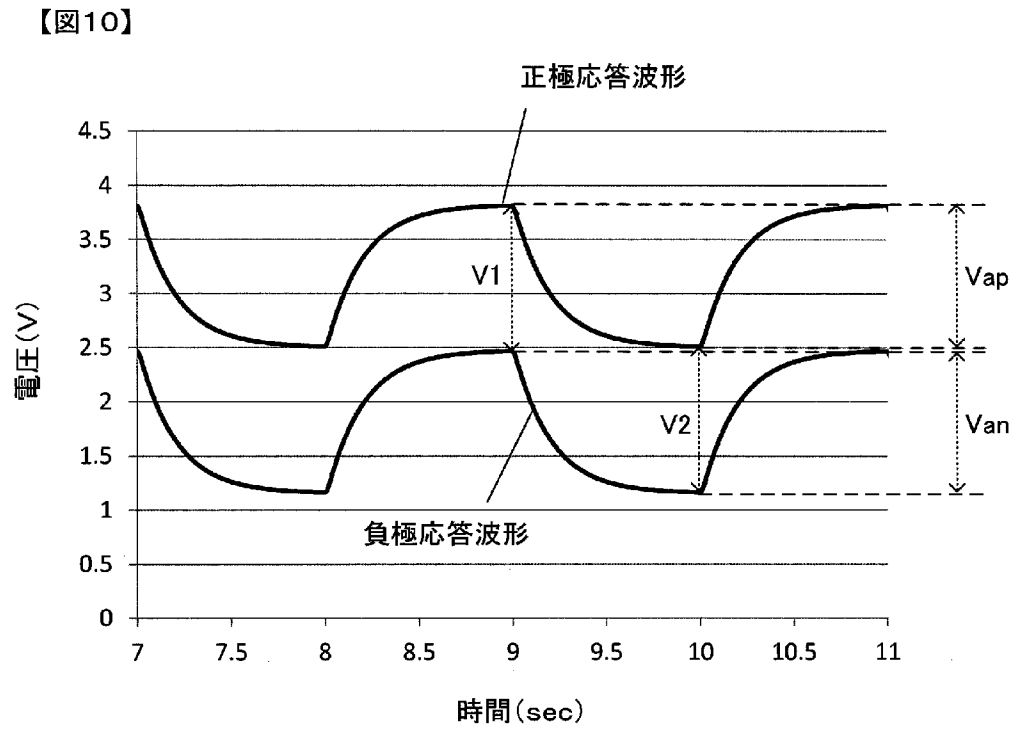
[図8]



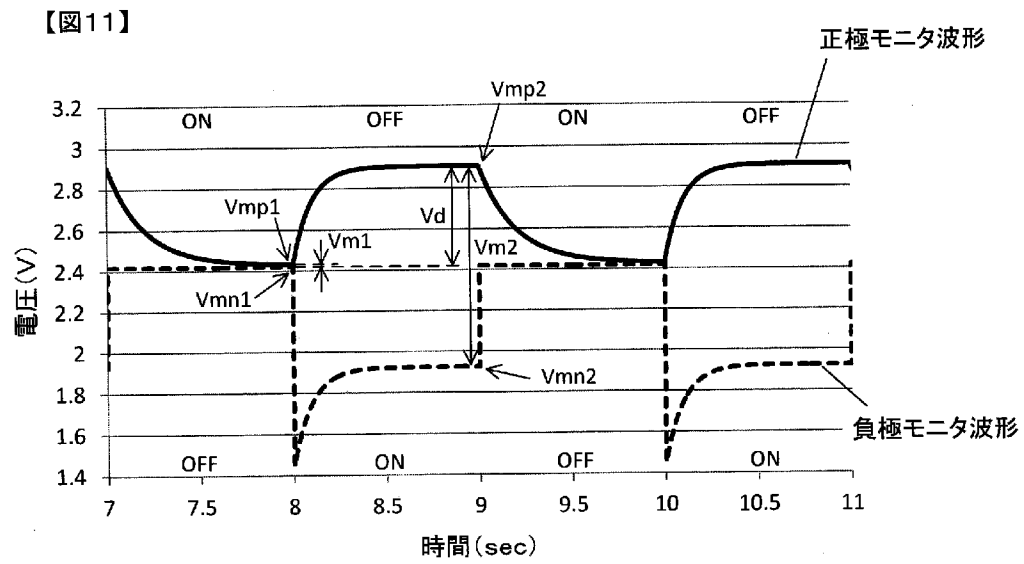
[図9]



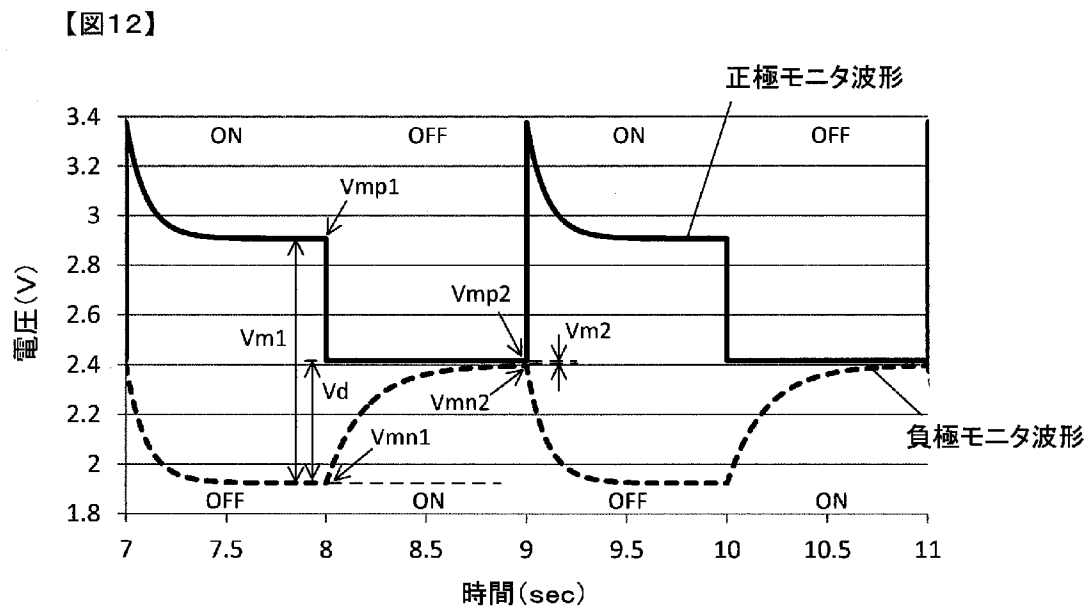
[図10]



[図11]

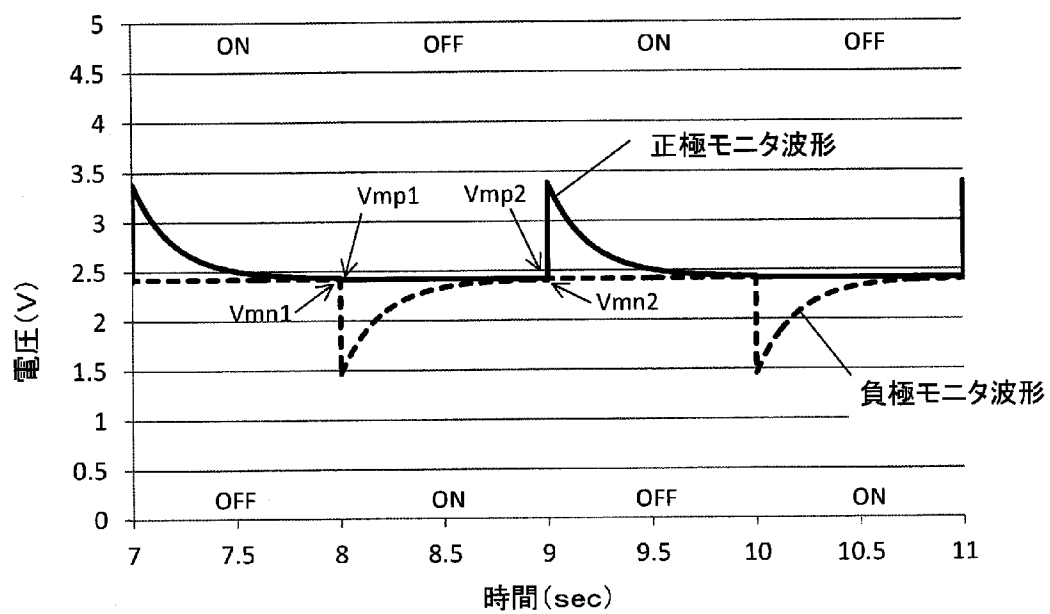


[図12]



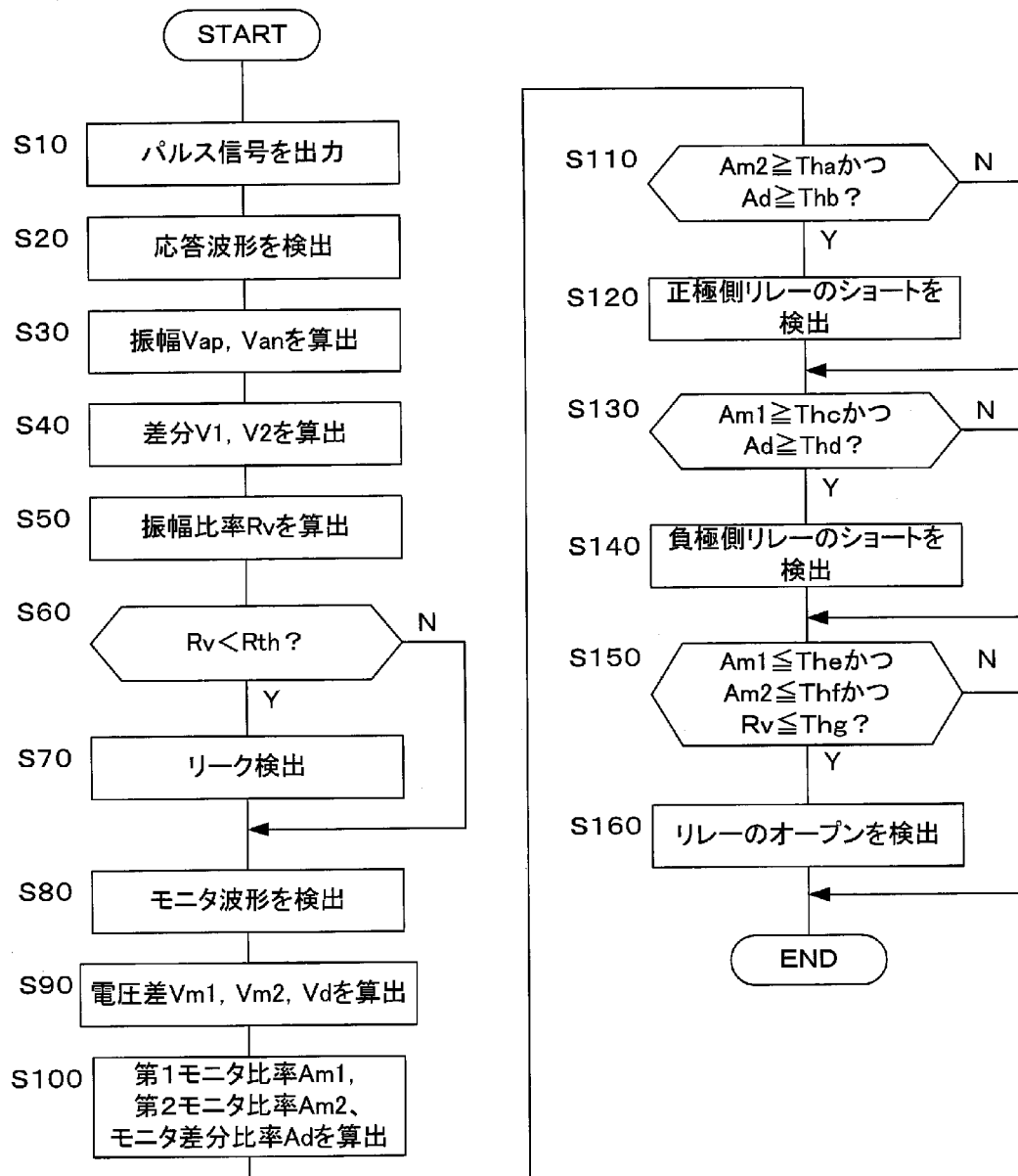
[図13]

【図13】



[図14]

【図14】



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/084147

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R31/02(2006.01)i, B60L3/00(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)

G01R27/00-27/32, 31/00, 31/02-31/06, B60L3/00

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

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2013 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2013 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2013 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 60-183565 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.),<br>19 September 1985 (19.09.1985),<br>page 2, lower right column, line 15 to page 3,<br>upper left column, line 4; fig. 2<br>(Family: none) | 1-15                  |
| A         | JP 2005-189005 A (Honda Motor Co., Ltd.),<br>14 July 2005 (14.07.2005),<br>paragraphs [0012] to [0041]; fig. 1 to 11<br>(Family: none)                                                            | 1-15                  |
| A         | JP 2006-145293 A (Daihatsu Motor Co., Ltd.),<br>08 June 2006 (08.06.2006),<br>paragraphs [0040], [0041], [0088]; fig. 1, 2<br>(Family: none)                                                      | 1-15                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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  
02 April, 2013 (02.04.13)

Date of mailing of the international search report  
16 April, 2013 (16.04.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01R31/02 (2006.01)i, B60L3/00 (2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01R27/00-27/32, 31/00, 31/02-31/06, B60L3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 3 年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                      | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 60-183565 A (関西電力株式会社) 1985.09.19,<br>第2頁右下欄第15行-第3頁左上欄第4行, 第2図 (ファミリーなし)           | 1-15           |
| A               | JP 2005-189005 A (本田技研工業株式会社) 2005.07.14,<br>段落【0012】-【0041】, 図1-11 (ファミリーなし)          | 1-15           |
| A               | JP 2006-145293 A (ダイハツ工業株式会社) 2006.06.08,<br>段落【0040】, 【0041】, 【0088】, 図1, 2 (ファミリーなし) | 1-15           |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 2 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

柳 重幸

2 S

4 8 4 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8